Dr. C. A. Menzel,

Der praktische Maurer.

Der praktische Maurer.

Handbuch

für

Maurermeister, Gesellen, Lehrlinge, Bauführer und Architekten.

Herausgegeben

von

Dr. C. A. Menzel,

Königl. Universitäts-Bauinspector und Professor.

Sechste Auflage,

gänzlich umgearbeitet

von

C. Schwatlo,

Kaiserl. Regierungs- und Baurath und ord. Lehrer
an der Königl. Bau-Akademie in Berlin.

Mit ca. 1000 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Halle a. S.

G. Knapp's Verlagsbuchhandlung.

1874.

Inhalts-Verzeichniss.

Erste Abtheilung.

Seite

C. Verbindungsmaterialien. S. 66—103.

Zweite Abtheilung.

Der Baugrund. Verschiedene Gründungsarten der Gebäude. S. 103—168.

Dritte Abtheilung.

Die verschiedenen Arten des Mauerwerks, deren Zusammenfügung, gute und mangelhafte Eigenschaften. S. 169—267.

Vierte Abtheilung.

Die Gewölbe. S. 268—398.

Fünfte Abtheilung.

Die Steinernen Treppen. S. 399—442.

Seite.

Sechste Abtheilung.

Geräthe, Rüstungen und Hebezeuge. S. 443—462.

Siebente Abtheilung.

Die Heizungs- und Feuerungsanlagen. Seite 463—598.

Achte Abtheilung.

Die Eindeckung der Dächer. S. 599—618.

Neunte Abtheilung.

Die Gesimse. S. 619—634.

Erste Abtheilung.

Die Materialien.

§. 1. Allgemeines.

Unter Baumaterialien versteht man alle diejenigen Stoffe, welche zur Herstellung einer Baulichkeit nothwendig sind und von den Bauhandwerkern, wie dem Maurer, dem Zimmermann, Tischler u. s. w. verarbeitet werden.

Die Baumaterialien des Maurers müssen vor Allem dauerhaft sein, das heißt sie müssen den widrigen Einflüssen, welche auf sie wirken, möglichst widerstehen. Je nach der Art dieser Einflüsse, ob dieselben von der Witterung, der Feuchtigkeit oder einer erhöhten Temperatur (wie bei Feuerungen) oder endlich von einem starken Drucke, wie bei Gewölben oder hohen Bauwerken, herrühren, ist die Dauerhaftigkeit der verschiedenen Materialien verschieden. Um nun für einen vorliegenden Zweck die besseren Baumaterialien von den schlechteren unterscheiden zu können, werden wir im Verfolg die Eigenschaften der gewöhnlich angewendeten Baumaterialien und ihr Verhalten gegen die erwähnten Einflüsse kennen lernen.

Gewöhnlich werden die Baumaterialien in rohe oder natürliche, und in künstliche getheilt. Unter rohen oder natürlichen Baumaterialien versteht man alle diejenigen, welche ohne alle weitere Vorbereitung in ihrem natürlichen Zustande zum Bau verwendet werden können; wie Feld- und Bruchsteine, Sand, Lehm ꝛc.

Unter künstlichen Materialien versteht man diejenigen, welche, ehe man sie gebrauchen kann, erst einer bestimmten Zurichtung bedürfen, wie alle Arten künstlicher Mauersteine, Dachsteine, gebrannter Kalk, Theer, Asphalt, Farbstoffe ꝛc.

Ferner unterscheidet man bei rohen und künstlichen Materialien noch diejenigen, welche dazu dienen, eine Verbindung der angewendeten Materialien unter einander zu einer festen Masse hervorzubringen, und diese nennt man Verbindungsmaterialien; wie man sich

z. B. des gelöschten Kalkes bedient, um die Mauersteine mit einander zu verbinden. Ebenso ist der Lehm Verbindungsmaterial, wenn man ihn verdünnt zur Aufmauerung einer Lehmsteinmauer verwendet; verbraucht man ihn aber zu gestampften Mauern, so ist er als rohes Baumaterial zu betrachten.

A. Natürliche und rohe Materialien.

Natürliche Steine. Dieselben werden entweder im Steinbruche durch Bergbau gewonnen, in welchem Falle sie Bruchsteine, auch gewachsene Steine genannt werden, oder sie werden in einzelnen Blöcken auf dem Felde zerstreut gefunden, wie die Granitsteine im nördlichen Deutschland, und heißen alsdann: Feldsteine oder Lesesteine (erratische Blöcke).

Man verwendet obige Bruch- und Feldsteine entweder direct, leicht bearbeitet, gesprengt oder nachdem sie regelmäßig zu sogenannten Werkstücken oder Quadern bearbeitet sind.

Die verschiedenen Steinarten haben sehr verschiedene Dauer, besonders wenn sie den Einwirkungen der Witterung und der Luft ausgesetzt sind.

Im Allgemeinen kann man mit Sicherheit annehmen, daß ein Stein um so besser den äußeren Einflüssen der Witterung widersteht, je mehr er Kiesel enthält und je feiner und fester die einzelnen Körnchen sind, aus welchen er besteht. So sind die Urgebirgsarten im Allgemeinen die festesten Baumaterialien, und ihre Dauer wird noch erhöht, wenn ihre Außenflächen polirt werden, da die Erfahrung gelehrt hat, daß eine feine, glatt polirte Oberfläche weniger von der Witterung angegriffen wird, als eine rauhe.

Ganz von Wasser oder Erde umgeben, halten sich alle gewachsenen Steine gut, weil sie alsdann der Zersetzung durch die atmosphärische Luft nicht ausgesetzt sind. Deshalb verwendet man auch solche Steine, welche im Freien nicht dauerhaft sind, noch immer im Innern und zu Fundamentbauten.

Alle Arten Kalksteine, wozu auch der Marmor gehört, sind, im Aeußern verwendet, weniger dauerhaft. Sie werden hauptsächlich durch den Frost beschädigt und sind daher nur in südlichen Gegenden zu äußeren Bautheilen zu verwenden. In Griechenland hat sich der feinkörnige Marmor zum Beispiel, selbst als Dachstein verwendet, ausgezeichnet bewährt. Ferner erleiden die Kalksteine an denjenigen Stellen Beschädigung, wo eiserne Klammern ꝛc. mit denselben ver-

bunden werden, da der Eisenrost den Stein zerstört. Letzteres auch je weniger, je feiner das Korn des Gesteines ist.

Kalksteine von loserem Gefüge, wie diejenigen Kalksteine, aus welchen man gewöhnlich Mauerkalk zu brennen pflegt, halten sich, zu Mauerwerk im Freien verwendet, nur kurze Zeit, sie verwittern alsdann bald. Daher kann man diese Steinarten, sowie alle Muschelkalke, Erbsensteine ꝛc., nur bedingungsweise verwenden. Im Alterthume bediente man sich jedoch auch der loseren Kalksteine zu Tempelbauten, überzog aber alsdann die äußeren Flächen derselben mit schützenden dünnen Ueberzügen, gewöhnlich von Marmorpulver mit Kalk vermischt ꝛc., wovon weiter unten bei den Mauerüberzügen die Rede sein wird. Kalksteine müssen baldmöglichst, nachdem sie gebrochen sind, verwandt werden, da sie sehr durch die Witterung, namentlich durch den Frost leiden.

Da nun die Kalksteine von gröberem und losem Gefüge im Freien verbraucht nicht ausdauern, so bedient man sich ihrer fast ausschließlich zu Fundament- und inneren Mauern, jedoch nicht in unmittelbarer Nähe von Düngergruben und Viehställen. Wenn man sie (weil sie gerade wohlfeil zur Hand sind) im Aeußern verwenden will, so muß man sie mit einem schützenden Ueberzuge versehen, welches jedoch meist auch kostspielig wird. Außer zum Vermauern verbraucht man die Kalksteine besonders auch zum Kalkbrennen, und zwar giebt der festeste Kalkstein (Marmor) auch den schönsten Kalk. Zu Feuerungsanlagen taugt Kalkstein nicht, weil er die Hitze nicht verträgt.

Die granitischen Hornblende- und Porphyr-Gesteine, sowie der Basalt brechen in unregelmäßigen Stücken und sind ihrer Härte wegen schwer und kostspielig zu bearbeiten. Man verwendet sie daher hauptsächlich nur in den Gegenden, in welchen sie gebrochen oder gefunden werden, zu Fundamenten und zum sogenannten Cyklopenmauerwerk, seltener zu Werkstücken, Säulen und Gesimsen. Die Schieferarten sind je nach ihren Bestandtheilen und ihrem Korn von größerer oder geringerer Festigkeit und Dauer; sie lassen ein gut geschichtetes Mauerwerk zu, erfordern aber, wenn sie in geringer Stärke gebrochen wurden, viel und guten Mörtel. Sie werden in Gegenden, wo man sie häufig findet, der Wohlfeilheit wegen, vielfältig zu ganzen Gebäuden, ja sogar zu ansehnlichen Gewölben verbraucht, und die Jahrhunderte lange Dauer solcher Werke spricht für ihre Anwendung.

Thonschiefer wird, in regelmäßige Platten zerspalten, zu Dach-

deckungen und, in Gegenden wo er heimisch ist, auch zur Bekleidung äußerer Holz- und Fachwerkswände gebraucht.

Die verschiedenen Sandsteinarten werden am häufigsten zu Werkstücken verwandt und gewöhnlich roh bearbeitet bestellt, einerseits wegen der Transportkosten, andererseits wegen des Abstoßens der Kanten, welchem scharfbearbeitete Steine beim Transport oft ausgesetzt sind. Die Steine werden deshalb nach jeder Abmessung hin um 2,6 zm, den sogenannten Arbeitszoll, größer geliefert, welcher beim weiteren Verarbeiten auf der Baustelle abgearbeitet wird. Im Allgemeinen sind diejenigen Sandsteine, bei denen die Quarzkörner recht fein und durch ein kieseliges Bindemittel verbunden sind, die festesten; etwas weniger fest die, wo das Bindemittel Thon, und noch weniger die, wo es Kalk oder Mergel ist, weil diese durch die Witterung ausgewaschen werden. Die letzteren Sandsteine ziehen Wasser an, frieren aus und werden dadurch gesprengt oder blättern ab.

Gyps, Alabaster, wird weiter unten bei den Mauerüberzügen besprochen werden.

§. 2. Gewinnung der Bausteine.

Die meisten Bruch- und Feldsteine müssen vor der Verwendung zerkleinert werden und eine dem künftigen Bauzwecke entsprechende Form erhalten.

Jedes Gestein besteht in ziemlich parallel (gleichlaufend) auf einander liegenden Schichten, nach deren Richtung es sich am leichtesten spalten läßt, ähnlich wie beim Holze ebenfalls die Fasern nach einer bestimmten Richtung laufen.

Hierauf gründet sich das Verfahren bei Zerstückung großer Steinmassen.

Bei losem Gestein ist es leicht die Richtung zu erkennen, welche die Ablagerungsschichten genommen haben. Je fester das Gestein, desto schwerer ist die Richtung der Schichten zu erkennen, und es gehört alsdann schon ein sehr geübtes Auge dazu.

Es ist zwar möglich, einen Stein in der entgegengesetzten Richtung seiner Schichtenlage zu zermalmen, so wie es möglich ist, ein Stück Holz quer durchzuhauen, allein ein auf diese Art zersprengter Stein giebt unregelmäßige Stücke und erfordert nebenbei mehr Mühe, Zeit, Arbeit, folglich mehr Geldausgaben, als ein nach Richtung seiner Lagerschichten zerkleinerter Stein.

Man zerkleinert Steine auf folgende Arten:

1) Man haut mit einem schweren Hammer auf dieselben, so daß sie in einzelne Stücke auseinander springen; oder man hebt den Stein an einer Seite in die Höhe, unterstützt ihn an der beabsichtigten Trennungsstelle und schlägt mit einem schweren Hammer auf das obere Ende, bis dieses losfällt. Diese Arten sind die gewöhnlichsten und einfachsten, sie werden aber nur bei mittelmäßig großen Steinen angewendet und liefern keine regelmäßigen Stücke. Auch muß der Hammer immer senkrecht auf die Lagerschicht des Steines aufschlagen.

2) Man erwärmt größere Steine durch ein Feuer, welches mit hellflammendem Holze an der Windseite des Steines angemacht wird, und zerschlägt sie alsdann wie vorhin mit dem Hammer. Auch hierbei erhält man keine regelmäßigen Stücke und macht außerdem durch das Erwärmen den Stein mürbe, da der feste Zusammenhang der einzelnen Bestandtheile, besonders beim Granit, wegen des ungleichförmigen Ausdehnens aufgehoben wird.

3) Man sprengt große Steine mit Pulver mittels sogenannter Meißelbohrer, die etwa 2^{zm} Durchmesser und unten eine etwas breitere abgerundete Schneide haben; ihre Länge ist je nach der Tiefe des Bohrloches verschieden. Zunächst wird in den Stein ein Loch von etwa $2^1/_2$^{zm} im Durchmesser so tief gearbeitet, daß die Tiefe des Bohrloches bei nicht zu großen Steinen $^1/_2$, bei größeren (wo zuweilen mehrere Bohrlöcher nöthig werden) $^1/_5$ bis $^1/_6$ der Dicke des Steines beträgt. Während des Bohrens wird Wasser in das Bohrloch geträufelt, wodurch der Bohrer abgekühlt und zugleich bewirkt wird, daß der Steinstaub sich zusammenballt und leichter entfernt werden kann. Nachdem das Bohrloch gereinigt ist, wird es auf $^1/_4$ bis $^1/_3$ seiner Tiefe mit Pulver geladen, dann eine hinreichend lange kupferne Nadel aufgesetzt und um dieselbe ein Pfropfen von Werg, Gras, Steinstückchen und Lehm eingekeilt. Alsdann wird die Nadel herausgezogen und, statt ihrer, ein mit Pulver gefüllter Strohhalm eingesetzt und durch Schwamm oder Schwefelfaden angezündet, während sich der Arbeiter entfernt. Statt der festen Besatzung, die auf das Pulver kommt, kann man auch losen Sand anwenden und statt des groben Sprengpulvers auch feineres; nur muß man dann für größere Zwischenräume sorgen, wozu man dasselbe gewöhnlich mit Sägespänen mischt.

Es ist natürlich, daß der Stein gleichmäßiger und ebener zerspringt, wenn die Richtung des Bohrloches wie die Lagerungsschichten

des Steines liegt, obwohl man selbst in diesem Falle keine ganz regelmäßigen Stücke erhält.

4) Man sprengt große Steine durch *Holzkeile und Wasser*. Im Alterthume, als man das Pulver noch nicht anwendete, arbeitete man Löcher in den Stein, trieb alsdann zuvor gedörrte feste Holzkeile in diese Löcher und füllte sie mit Wasser. Das Wasser dehnte allmälig die gedörrten Holzkeile so gewaltsam aus, daß große Steinmassen dadurch von den Felsen abgelöst wurden. Auch in neuester Zeit hat man ein ähnliches Verfahren, Steine durch Wasser zu sprengen, angewendet, um das Pulver zu sparen, jedoch ist die Pulversprengung weniger langsam und dabei sicherer, obgleich sie wegen des Verbrauchs an Pulver etwas kostspieliger ist. Man sprengt:

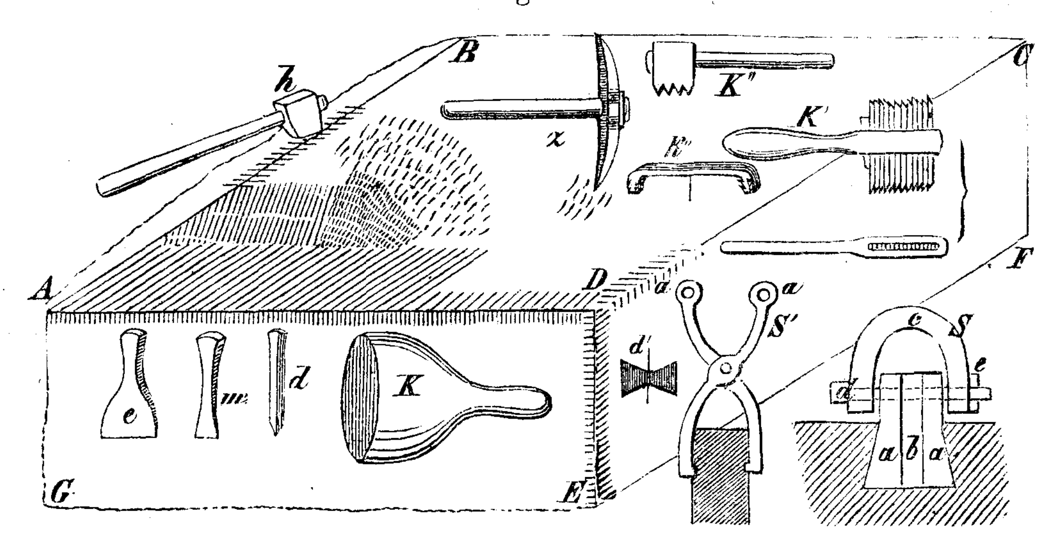
5) *Mit eisernen Keilen*. Hierdurch spaltet der Stein nach seinen Lagerschichten in ebenen Flächen, und es ist daher diese Art den andern vorzuziehen, obwohl sie kostspieliger ist. Man braucht hierzu mehrere Picken von gutem Eisen, 26^{zm} lang, 2^{zm} breit, an beiden Enden gut verstählt, die, so oft sie stumpf geworden, geschärft und nach mehrmaligem Schärfen wieder neu verstählt werden müssen; ferner zehn bis zwölf Stück scharf abgeschmiedete eiserne Keile, von weichem, unverstähltem Eisen, 13^{zm} lang, 4^{zm} breit, und auch einige kleinere; außerdem einen großen verstählten Hammer (Possekel), wie ihn die Schmiede als Zuschlaghammer benutzen, dessen untere Kante verstählt sein muß, und 16—20 eiserne Blechstücke, 12^{zm} lang, 6^{zm} breit, oben $0{,}3^{zm}$ dick und nach unten zugeschärft.

Der zu spaltende Stein wird *ganz* von der umliegenden Erde befreit und auf allen Seiten losgegraben, so daß er nur mit der unteren Fläche aufliegt, denn sonst springt er auch bei der größten Gewalt nicht auseinander. Nachdem dies geschehen ist, wird auf dem Stein die Linie, nach welcher man ihn spalten will, durch eine mit Kohle bestrichene Schnur vorgezeichnet; diese Linie muß nach der Richtung der Lagerschichten des Steines liegen. Bei Sandsteinen ist diese Richtung meistens leicht zu erkennen, bei Gestein wie Granit 2c., nur durch viele Uebung.

Auf dieser Linie wird mit einer der beschriebenen Picken eine Rinne etwa 5^{zm} breit und 6^{zm} tief, und zwar die erste Hälfte der Tiefe mit der Quere der Picke, die zweite aber nach der Länge der Picke eingehauen, so daß die Vertiefung nach unten etwas enger zusammen läuft. Die Rinne, welche auch mit der Zweispitze z (s. Fig. 1) gefertigt werden kann, muß bei dem Aushauen öfters mit einem Stroh-

wische gereinigt werden. Wenn sie fertig ist, wird sie ihrer Breite nach in Entfernungen von 18—21 zm, wenn aber der Stein sehr groß und hart ist, noch näher an einander, mit eisernen Blechen dergestalt ausgesetzt, daß die letzteren derselben schon mit einem Hammer eingetrieben werden müssen. Wenn dies geschehen, so setzt man in die Mitte eines jeden Satzes so in einander geschichteter Blechstücke einen von den eiserne Keilen und schlägt mit dem Hammer auf die Keile von einem Ende des Steines zum andern, erst schwach, bis die Keile festsitzen, dann stärker und zuletzt geschwind und mit doppelten Kräften auf einen Keil nach dem andern; vorzüglich aber auf diejenigen, welche am leichtesten eingehen und gut ziehen, da dann der Stein sehr bald in einer ebenen Fläche von einander springt.

Fig. 1.



Die eingelegten keilförmigen Bleche wirken ebenfalls als Keile mit und dienen dazu, das Zermalmen der Rinnflächen durch die Keile bei deren Eintreiben zu verhindern.

Der Stein giebt zuweilen kurz vor dem Spalten einen leisen Ton auf dem einen Ende, welcher das Reißen anzeigt, und es ist alsdann nöthig, auf die Keile am andern Ende sogleich mit voller Macht zu schlagen, weil, wenn man dabei langsam zu Werke geht, die ebene Fläche verfehlt wird.

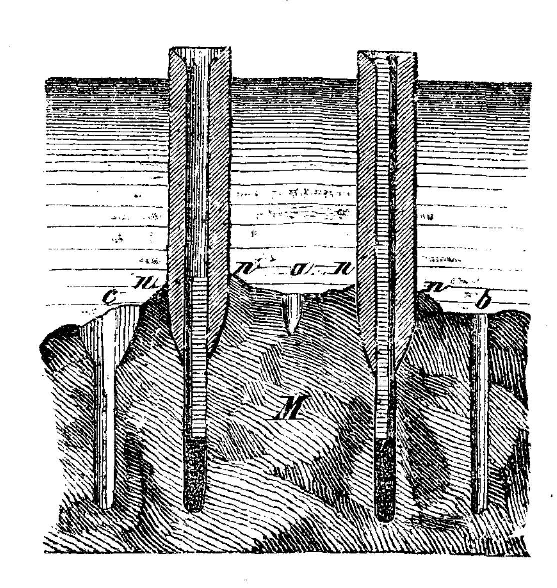
Die härtesten Steine lassen sich am besten in große Stücke mit ziemlich ebenen Flächen spalten. Haben die Steine aber schon natürliche Risse und Sprünge, so zerspalten sie unregelmäßig bei dem Eintreiben der Keile.

6) Man trennt ferner Steine durch Zersägen mit zahnlosen Sägen von Eisen (besser von Kupfer). In die Schnittfuge wird Sand, bei

sehr harten Steinen auch wohl Schmirgel, oder Abgänge von Zinn und Blei mit Wasser getröpfelt. Der Sand muß so scharf als möglich sein, weshalb zerstoßene Feuersteine und Glas hierzu zweckmäßig sind. Mit einer solchen Säge kann ein Arbeiter täglich 0,6 □m mittelmäßig harten Sandsteines zerschneiden. Die gewöhnliche Bearbeitung des Sandsteines wird durch die vorstehende Figur verdeutlicht und später noch näher erläutert werden.

7) Es kommt auch vor, daß man, namentlich bei Grundbauten, Steine unter Wasser sprengen muß. Die Figur 2 zeigt die Vorrichtung dazu, wenn die Steine nicht zu tief unter Wasser liegen. Der Stein M wird, wenn das Wasser so trübe ist, daß man den Stein nicht sehen kann, hinsichtlich seiner Lage, Form und Größe durch Peilstangen untersucht. Hiernach bestimmt man die Lage und Größe des Bohrloches. Das Loch wird trichterförmig gebohrt. Hierauf wird eine hölzerne Röhre 4 zm stark ausgebohrt, und nach Maßgabe der Trichteröffnung im Steine zugespitzt, eingekerbt, mit Hechelabgang in dieser Spitze umwickelt und mit einer Mischung von Terpentinöl, Wachs und Talg beschmiert. Nun wird der Bohrer in das Bohrloch gesteckt und an ihm diese Röhre heruntergelassen und eingetrieben, so daß sie wasserdicht darin steht. Hierauf zieht man den Bohrer heraus, nimmt das Bohrmehl aus der Oeffnung und trocknet die Röhre durch Schwämme aus. Die völlig trockne Kammer wird dann auf $1/3$ ihrer Tiefe mit Pulver geladen. Hierauf wird eine Zündnadel, die sowie der Ladestock von Kupfer sein muß, 5 zm tief ins Pulver gesteckt und um dieselbe ein Pfropfen von Lehm mittels starker Hammerschläge auf den Ladestock eingetrieben. Oben um den Besatz macht man einen kleinen Rand von feuchtem Lehm und Ziegelmehl 2 zm hoch und schüttet $1\frac{1}{2}$ zm dick feines Pulver auf, das dann in die Oeffnung der herausgezogenen Zündnadel läuft, diese Oeffnung füllt und so mit der Pulverladung in Verbindung kommt. Ein Arbeiter steckt endlich einen brennenden Schwamm an ein langes Stöckchen und wirft ihn damit in die Röhre hinunter, worauf er

Fig. 2.



sich sogleich entfernt. Beim Sprengen wird die Röhre herausgeworfen. Die Steine selbst, wenn sie nur $1/3^m$ tief im Wasser liegen, springen nicht heraus. Die gesprengten Stücken umgiebt man mit Ketten und holt sie heraus.

8) Auch vermittels eiserner männlicher Schrauben, welche sich in einer gespaltenen, in das Sprengloch eingesenkten Mutterschraube bewegen, kann man, besonders in Steinbrüchen, mit großem Vortheil Steine absprengen, da besonders auf diese Art jede unnöthige Zersplitterung in vielen kleinen Abfall verhütet wird.

§. 3. Eigenschaften der Bausteine.

Wir haben schon früher im Allgemeinen bemerkt, daß diejenigen Steinarten, welche vorherrschenden Kieselgehalt haben, im Allgemeinen eine größere Festigkeit und Dauer besitzen, als andere, und zwar um so mehr, je feiner ihr Korn, ihre Textur ist. Hierher gehören besonders Granit, Gneiß, Syenit, Porphyr, Basalt und Kieselsandsteine. Diese Steine eignen sich wegen ihrer großen Widerstandsfähigkeit und Dauerhaftigkeit bei abwechselnder Trockenheit und Nässe, sowie bei Frost zu Brückengewölben und Wasserbauten; sie fühlen sich meist kälter an, als ihre Umgebung und um so mehr, je fester und dichter sie sind; deshalb schlägt sich Wasser auf ihnen nieder in ähnlicher Weise, wie auf der kälteren Fensterscheibe, und demnach sind Wohnräume, von solchen Steinen erbaut, feucht. Um dieses sogenannte Schwitzen der Mauern zu verhindern, verkleidet man sie im Innern mit einem poröseren Material, gewöhnlich mit Mauerziegeln, die nicht zu scharf gebrannt sind. Diejenigen natürlichen Steine, namentlich einige Kalksteinarten, welche leicht lösliche Salze enthalten, sind ebenfalls nicht zu solchen Bauwerken zu verwenden, bei welchen Trockenheit erste Bedingung ist. Ein Mauerwerk von solchen Steinen aufgeführt wird immer, und namentlich bei nasser Luft, sehr feucht und ungesund sein. Da der Kalkstein überhaupt leicht Feuchtigkeit an sich zieht, so hält auch der Abputz schlecht darauf.

Am meisten leidet der Kalkstein durch Salze. Aus diesem Grunde kann er zu Viehställen, Abtrittsgruben, Abtrittsschlotten gar nicht verwendet werden, da die Auswürfe der Menschen und Thiere Kochsalz enthalten und durch Verwesung thierischer Stoffe Salpeter erzeugt wird, der in der Feuchtigkeit zerfließt.

Von den Sandsteinen sind meistens die mit kiesligem (quarzigem), dann die mit thonigem Bindemittel die härtesten; hierauf folgen die,

bei welchen Kalk, und zuletzt die, bei welchen Mergel das Bindemittel ist.

Die Sandsteine müssen im Bau möglichst auf ihr Lager, welches sie im Bruche hatten, gelegt werden, weil sie sonst leicht zerspalten. Dasselbe gilt auch von härterem Gestein, sowohl in Mauern, wie wenn es sich auf Unterlagen frei tragen soll. Es müssen also die Lager bei Mauern, Säulen und Pfeilern wagerecht (horizontal) sein, bei Gewölben aber verlängert den Mittelpunkt des zugehörigen Bogens treffen.

Stellt man sie dagegen so, daß ihr natürliches Lager senkrecht (und nicht wagerecht) zu stehen kommt, so dringt leicht Feuchtigkeit ein, und wenn diese im Winter friert, wird der Stein durch den Frost gesprengt oder blättert ab; aber auch bei sehr starkem Druck, wie bei großen Gewölben, können die Schichten bei falscher Lagerung getrennt werden.

Man kann dem Sandstein, wenn er im Freien angewendet wird, durch Oelanstrich eine größere Dauer geben und das Eindringen der Nässe und das Auseinanderfrieren verhindern. Dieser Anstrich ist nur dann haltbar, wenn der Stein vollständig trocken und von allem Schmutz gereinigt war und wenn die Löcher vorher mit Oelkitt (Glaserkitt) zugestrichen wurden. Sollen die Steine blos geölt werden (was nicht so gut ist), so wird das Oel heiß gemacht und der Stein damit 3 bis 4 Mal überzogen. Statt des Oelanstriches wird in neuerer Zeit für Sandstein, Kalkstein (Marmor) ein Anstrich mit Wasserglas empfohlen. Diejenigen Sandsteine, welche das Wasser leicht durchlassen, und die Kalksteine müssen auf ihrer oberen Fläche, wenn diese frei gegen die Luft liegt, wie bei Gesimsen ꝛc., gut abgewässert oder abgeschrägt und mit Metall eingedeckt werden, während man bei festem Stein der oberen Fläche blos eine Neigung giebt (Wasserschenkel), damit das Regenwasser leichter ablaufe.

Kiesel, Quarz ist sehr hart und eignet sich am meisten zu Pflasterungen; auch wird er, wo man ihn häufig findet, zu Mauern in und über der Erde verwendet.

Alle Schieferarten können, wo sie häufig vorkommen, zu Mauerwerk verwendet werden.

Der sogenannte Urthonschiefer (Dachschiefer) muß dünn und gleichmäßig spalten und keine Quarzkörner, Kalkerde, Kohle ꝛc. enthalten, wodurch er leicht verwittert.

Die Güte des Dachschiefers beurtheilt man am leichtesten nach dem

Klange; je heller und reiner der Klang, desto besser ist der Schiefer; oder man legt ihn in kaltes oder besser kochendes Wasser, je weniger er davon einsaugt, desto fester ist er.

Unter den Feldsteinen sind die quarzreichsten die dauerhaftesten.

Basalt. Die braunen, rothen, gelben Flecken daran sind gewöhnlich Folgen hoher Verwitterung; je dünner die Säulen sind, desto fester ist das Gestein. Der dichte Basalt ist gegen die Witterung beständig.

Eisenstein verbindet sich mit dem Mörtel und ist, frisch gebrochen, mit dem Hammer leicht zu behandeln. Er ist wetterfest. Man findet ihn in niedrigen Gegenden, in Elsbrüchen und Wiesen. Die Ecken der damit erbauten Mauern und Maueröffnungen werden oft mit Ziegeln eingefaßt.

Die Steine sind meistens im Lager weicher, und erhärten nach und nach an der Luft.

Alle Steine, welche frisch gebrochen sind, enthalten Erdfeuchtigkeit und müssen erst austrocknen, ehe man sie zu Mauern verwendet. Um ihre Dauer zu prüfen, setzt man sie vor dem Gebrauche mindestens 1 Jahr lang der Witterung aus. Die schlechten und diejenigen, welche viel Feuchtigkeit enthalten, blättern dann bedeutend ab oder zerfrieren im Winter. Am besten bricht man die Steine im Frühjahr, damit sie den Sommer über gehörig austrocknen können.

Mörtelüberzüge, so wie Anstriche mit Oelfarbe und Tränken mit Oel, wenn es auf ausgetrocknetem Gestein geschieht, verlängern dessen Dauer; vorausgesetzt, daß diese Ueberzüge immer in gutem Zustande erhalten werden, welches gewöhnlich nicht geschieht.

Starker und anhaltender Hitze widerstehen die vorher angeführten Steine nicht, indem sie dadurch springen oder mürbe und bröcklig werden; deshalb darf man diese Steine, und am allerwenigsten Kalksteine, nicht unmittelbar zu Feuerungsanlagen verwenden. Bei Besprechung dieser Anlagen werden die geeigneten Materialien angeführt werden.

§. 4. Festigkeit der Steinarten, welche zum Bauen gebraucht werden.

Festigkeit ist die Kraft, mit welcher ein Gegenstand der Trennung seiner Theile widersteht. Diese Kraft äußert sich auf mehrere Arten.

1) Gegen das Zerdrücken (rückwirkende Festigkeit). Bei schwerer Belastung einzelner Steine, Säulen, sowie der Schlußsteine von Gewölben ꝛc. muß man vorher überzeugt sein, daß dieselben nicht

durch die Last zerquetscht werden können. Bei dichtem Gestein, das aus einem Massengebirge gewonnen ist, dessen Mächtigkeit und Querschnitt man kennt, wird man einen annähernden Schluß über die Tragfähigkeit im voraus gewinnen. Eine größere Sicherheit gewähren Versuche. Zu denselben wendet man gewöhnlich regelmäßig bearbeitete Stücke an, belastet dieselben, bis sie Risse bekommen, und fährt damit fort, bis sie zertrümmert werden, und bestimmt in beiden Fällen das Gewicht, welches auf den □^{zm} der belasteten Grundfläche wirkte.

Aus solchen mehrfach angestellten Versuchen ergiebt sich durch Rechnung, daß die unteren Steine, von Mauern aus demselben Material, zertrümmert werden, bei wenig festem Material, wie mildgebrannte Ziegel, wenn die Höhe 345 bis 400^{m}, bei sehr festem, wenn sie 3000 bis 5000^{m} beträgt.

Hierzu kommt noch, daß größere Stücke, sowie sie zum Bau verwendet werden, mehr tragen, als die Rechnung aus den mit kleinen Steinen angestellten Versuchen ergiebt. Andererseits zeigt es sich, daß namentlich die härteren Steine schon vor der Hälfte des Druckes, durch welchen sie zertrümmert werden, Risse bekommen, und es gilt als Erfahrungssatz, daß man einem Baustein nie mehr Last auflege, als ein Zehntheil desjenigen Gewichtes, welches ihn zerdrücken würde. Mit Rücksicht hierauf wird man Mauern aus den oben erwähnten weniger festen Ziegeln nicht über 35^{m} Höhe, aus den vorzüglichen Ziegeln dagegen Mauern bis zu 400^{m} Höhe mit hinreichender Sicherheit ausführen können. Die Versuche haben ferner, wiewohl nur annäherungsweise ergeben, daß diejenigen Steinarten, welche bei gleichen Abmessungen der Stücke am schwersten waren (oder das größte specifische Gewicht hatten), meistens auch den größten Widerstand leisteten; demnach wird man einzelne schwer zu belastende Steine aus einem dichteren Material fertigen und den Druck gleichmäßig über die Fläche vertheilen. Zwischen Steine, die schwer belastet werden, pflegt man wohl Bleiplatten und Rollbleistücke zu legen; in den meisten Fällen werden jedoch selbst größere Werkstücke in Kalk oder Cement gelegt und die Fugen damit vergossen und verstrichen. Ein □^{zm} Mörtelfuge verträgt etwa 30^{k} Druck, doch darf man in der Belastung nicht so weit gehen.

2) Festigkeit der Steine gegen das Zerbrechen, wenn sie an mehreren Punkten frei aufliegen oder an einer oder mehreren Stellen fest eingemauert, an anderen aber belastet sind (relative Festigkeit). Hierbei ist man genöthigt, die

bereits vorhandenen Gebäude für einzelne Fälle zu Rathe zu ziehen und daraus die Tragfähigkeit für einen vorliegenden Fall zu beurtheilen. Die Tempelbauten der alten Völker zeigen, daß ein belasteter Stein sich nach Umständen $1^1/_2$, 2mal, höchstens 3mal so weit frei trägt, als er hoch ist. Unbelastet trägt sich ein fester Stein, dessen Querschnitt ein Quadrat ist, etwa fünf- bis achtmal so weit frei, als er hoch ist. Ist hingegen die Höhe größer als die Breite, dann kann auch die Länge größer genommen werden.

3) Festigkeit der Steine gegen das Zerreißen. Es kommt dieser Fall bei den Bauausführungen fast gar nicht vor. Auch sind nur wenig Versuche darüber angestellt worden, wenn es nicht geschah, um daraus auf die Tragbarkeit zu schließen.

§. 5. Maaß und Verkauf der Bausteine.

Der Verkauf der Bruch- und Feldsteine geschieht in Deutschland nach Kubikmetern. Bei größeren Massen kann man auch nach „Stoß" = 10 Kb^m rechnen.

Es ist aber wegen unregelmäßiger Form der Bruchsteine (besonders bei der runden Form ungesprengter Feldsteine) nicht möglich, dieselben ohne einzelne größere Zwischenräume aufzusetzen, da der Aufruther nicht immer Steine finden kann, welche diese Zwischenräume genau ausfüllen und da es andererseits sowohl unstatthaft wie unzweckmäßig ist, größere Steine zu zerschlagen, um alle Löcher genau auszufüllen; deshalb befolgt man an vielen Orten folgendes Verfahren, um Niemand bei dem Kaufe zu übervortheilen. Es wird nämlich an dem Maaße der Länge, Breite und Höhe eines jeden aufgesetzten Steinhaufens nach jeder Seite $2^1/_2{}^{zm}$ zugesetzt, aber bei der Messung nicht mitgerechnet; man läßt also einen Steinhaufen, der für 30 Kb^m volles Kaufmaaß gelten soll, $3{,}05^m$ lang, $10{,}05^m$ breit und $1{,}05^m$ hoch setzen. Es ist leicht einzusehen, daß wenn man die Steinhaufen sehr lang und sehr hoch setzt, der Ueberschuß von 5^{zm} Maaß nach jeder Ausdehnung hin so unbedeutend werden muß, daß er als fast gar nicht vorhanden betrachtet werden kann. Deshalb pflegt man die Steinhaufen gewöhnlich nur 7 höchstens 11^m lang, 4 höchstens 7^m breit und $^2/_3{}^m$ hoch zu setzen, und hierbei noch den Ueberschuß von $2^1/_2{}^{zm}$ nach jeder Ausdehnung hin zuzufügen. Um Niemand zu nahe zu treten, wäre es das zweckmäßigste, wenigstens die Steine, welche für Mauern über der Erde verwandt werden, nach dem hergestellten Mauerwerk zu berechnen und zu bezahlen. Allein

dies geschieht gewöhnlich nur in den seltenen Fällen, wenn der Unternehmer oder Meister Arbeit und Material und dabei die Steine aus seinem eigenen Bruch durch sein Gespann liefert.

Zu einem Kb^m Mauerwerk rechnet man 1,25—1,30 Kb^m Bruchsteine. Sind dieselben lagerhaft (plattenförmig), nicht breiter als 2^m und möglichst horizontal geschichtet worden, so hat man die Erfahrung gemacht, daß es gut ausreicht, wenn man sich 8^{zm} Uebermaaß auf jeden Meter Höhe bedingt, so daß ein Haufen von 18^m Länge, 2^m Breite und $1{,}08^m$ Höhe beziehentlich für 36 Kb^m zu rechnen ist. Da die Steine, namentlich in der Höhe, selten ganz regelmäßig aufgeruthet werden, so verfährt man bei der Abnahme folgendermaßen: man mißt erst eine Länge und macht in Entfernungen von 2 zu 2^m mit Schiefer oder weicherem Stein Striche, dann mißt man die andere Länge und verfährt ebenso; hierauf nimmt man das Mittel aus beiden Längen, wodurch man die mittlere Länge erhält. Jetzt mißt man die Breite erst an einem Ende, und dann alle 2^m und zwar von der Stelle ab, an welcher man die Striche gemacht hatte, wobei man darauf zu achten hat, daß der Maaßstab immer rechtwinklig zu der zuerst gemessenen Längenrichtung liege. Aus sämmtlichen Breiten bestimmt man die mittlere Breite und hierauf mißt man die Höhen, von einer Ecke ausgehend, ebenfalls in Entfernungen von 2 zu 2^m, doch so, daß man größere Löcher durch den Ueberstand von einzelnen höheren Steinen ausgeglichen denkt, man nimmt also gleich die mittlere Höhe der 2^m langen Strecke. Aus den erhaltenen Höhen bestimmt man die mittlere Höhe des ganzen Haufens, indem man sämmtliche gemessenen Höhen addirt und durch die Anzahl der Höhen dividirt. Jetzt verringert man die gefundenen: mittlere Länge, Breite und Höhe im Verhältniß des bedungenen Uebermaaßes und multiplicirt die so erhaltenen Maaße mit einander, so erhält man genau genug den Inhalt des Haufens, und zwar, wenn man wie gewöhnlich alle Maaße auf Meter und Bruchtheile von Metern zurückgeführt hatte, so erhält man den Inhalt in Kubikmetern. Der Preis der Steine ist sehr verschieden und sehr abhängig von der Entfernung und vom Wege. Auf gepflastertem Wege fährt man mit 2 Pferden ca. $^1/_2$ Kb^m Steine, auf Chausseen eben so viel. Ein Kubikmeter Granit wiegt etwa 54 Centner, ein Kubikmeter Sandstein ca. 44 Centner und ein Kubikmeter Kalkstein $51^1/_2$ Centner.

Bei kleinen, ganz runden Steinen, wie die gewöhnlichen Pflastersteine sind, läßt sich kein rechtwinkliger Haufen aufsetzen, weil sie aus-

einander rollen würden, man setzt sie deshalb nach oben hin schmäler als nach unten und auch etwa 60^{zm} hoch auf. Eben so giebt man dabei das Uebermaaß nach jeder Ausdehnung hin von 2$^{1}/_{2}$ ^{zm} zu.

Die regelmäßig behauenen Steine, besonders Werkstücke aus Granit, Marmor und Sandstein, werden nach Kubikmetern bezahlt, Treppenstufen nach Kubik- und laufenden Metern, gewöhnliche Platten nach Quadratmetern oder stückweise; Gesimse, Röhren zu Wasserleitungen nach laufenden Metern. Steine, die man roh bearbeitet bestellt, werden um den schon erwähnten Arbeitszoll größer geliefert, den man mitbezahlen muß, wenn es nicht anders bedungen war.

Schiefer zu Dachdeckungen wird meistens centnerweise oder nach sogenannten Rieß (gleich einer 2$^{1}/_{2}$^{m} langen Reihe) verkauft. Die Maaße der Länge und Breite sind dabei in den verschiedenen Brüchen sehr verschieden.

§. 6. Verbrauch.

Der Verbrauch der Bruch- und Feldsteine ist höchst mannigfaltig. Die gewöhnlichen unregelmäßigen und die sogenannten Feldsteine mittlerer Größe, besonders wenn sie zerschlagen oder gesprengt sind, verwendet man mit größtem Nutzen zu allen Arten von Grundbauten, da hierzu auch alle diejenigen Steinsorten anwendbar sind, welche, über der Erde angewendet, leicht verwittern.

Es ist hierbei nur Folgendes zu merken: schwache Mauern von $^{1}/_{2}$^{m} Stärke lassen sich, besonders wenn sie höher als 1,25—1,50^{m} werden, nur schlecht von ganz unregelmäßigen Bruchsteinen aufführen, da sie erstens einen unzulänglichen Verband haben und auch das gewöhnlich vorkommende Steinmaaß von 30—40^{zm} Größe nicht gut in schwache Mauermaaße paßt. Kann man also die Mauermaaße nicht stärker machen, und zieht man nicht in diesem Falle Bruchsteine wegen ihrer ganz besondern Wohlfeilheit vor, so wird es unter diesen Umständen immer gerathener sein, schwache Mauern von gebrannten Ziegelsteinen aufzuführen. Dies gilt auch von Kellermauern, wo viele Vorsprünge und einzeln stehende Pfeiler vorkommen; man muß dann entweder die Mauern mit Ziegelsteinen in gut bindendem Mörtel verblenden und die Schichten etwa auf jeden Fuß Höhe sorgfältig abgleichen oder die Ecken mit Ziegeln in gutem Verband mit den Bruchsteinen aufführen, oder, was für die gleichmäßige Schichtung besser ist, zu allen Ecken sogenannte Bindesteine verwenden.

Auch Mauern über der Erde werden in solchen Gegenden, wo die natürlichen Steine häufig sind, vielfach damit aufgeführt. Bei Gebäuden jedoch, welche, wie z. B. Kirchen, für späte Zeiten erhalten werden sollen, ist es sehr wichtig, möglichst regelmäßige und nur solche Steine zu verwenden, welche an der freien Luft nicht verwittern. Deshalb pflegt man in solchen Fällen den sogenannten Kern des Gebäudes von schlechterem Material aufzuführen, die äußeren Flächen aber mit besserem Gestein zu bekleiden.

Für solche Gebäude, welche nur zu untergeordneten Zwecken dienen, würde obige Rücksicht natürlich mehr oder weniger wegfallen. In Gegenden, welche Ueberfluß an gewachsenen Steinen haben, baut man davon auch alle Mauern der Ställe und Wohngebäude. Es wurde schon bei den Eigenschaften der Bausteine erwähnt, daß sich namentlich auf den festesten Steinarten, wie Granit ꝛc., die Dämpfe niederschlagen, welche im Innern eines Wohnraumes oder eines Stalles erzeugt werden. Ueberdies hält ein Mauerbewurf auf solchen Steinen im Aeußern gar nicht, im Innern schlecht. Aus diesen Gründen bekleidet man solche Mauern im Innern mit einem Material, welches die Feuchtigkeit nicht anzieht (nicht schwitzt), wozu sich mildgebrannte Mauersteine eignen. Im Aeußern verzwickt man die Fugen mit kleinen Steinchen und streicht die Zwischenräume mit Mörtel sauber zu.

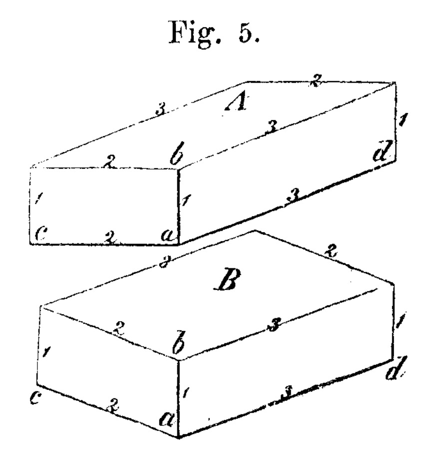
Außer zu Mauern, verbraucht man die unregelmäßigen Steine auch zu Pflasterungen.

Die regelmäßig bearbeiteten Steine nennt man auch Schnittsteine, weil sie einen regelmäßigen Fugenverband oder Steinschnitt zulassen. Man kann diesen Schnittsteinen außer der gewöhnlichen Bearbeitung auch durch eiserne oder kupferne zahnlose Sägen eine rechtwinklige Form geben, und zwar wendet man dies bereits beschriebene Verfahren sowohl bei losem als ganz festem Gestein an; gewöhnlich jedoch nur in der Absicht, um einen größern Stein mit möglichst geringem Verlust zu trennen. Soll der Stein eine zusammengesetztere Form annehmen, wie bei künstlichen Gewölben ꝛc., so wird er alsdann besonders bearbeitet.

Die Werksteine werden entweder im Bruche in prismatischen Stücken rauh bearbeitet und nach jeder Seite hin um einige Zentimeter (früher Arbeitszoll genannt) größer bestellt, als sie durch die spätere Bearbeitung auf der Baustelle werden sollen; oder sie werden glatt bearbeitet aus dem Bruche geliefert. Im letzteren Falle ist es

namentlich für complicirtere Formen gut, die Steinbestellungen durch Chablonen in natürlicher Größe oder durch Zeichnungen zu verdeutlichen, die auch nach Art der Cavalierperspective oder isometrischen Projection ꝛc. gefertigt werden können. Soll ein Körper z. B. von der gegebenen Breite ac, der Länge ad und der Höhe ab in solcher Art ausgetragen werden, so zeichnet man dazu nach Fig. 5 A eine senkrechte Linie ab, trägt daran eine wagerechte ac und eine schräge ad, die gewöhnlich einen Winkel von 60, 45 oder 30° mit ab macht. Oder man trägt an die Senkrechte ab Figur 5 B zwei schräge Linien (Achsen) ac und ad unter Winkeln von 60° und kann nun von a aus nach dem Maßstabe die Dimensionen des Steines auftragen und denselben, wenn er prismatisch ist, durch parallele Linien begrenzen. Bei der Cavalierperspective trägt man an ab bei a einen Winkel von 45°.

Fig. 5.



Soll ein Stein 30^zm hoch, 60^zm breit und 90^zm lang werden, so würde man nach Fig. A oder B auf der Höhenachse ab 30^zm, auf der Breitenachse ab 60^zm und auf der Längenachse ad 90^zm abtragen und die entsprechenden parallelen Linien ziehen. Diese Zeichnungsmethode bietet selbst bei sehr zusammengesetzten Formen den Vortheil, daß man die einzelnen Theile mit derselben Maßeinheit messen kann, was bei der eigentlichen Perspective, die übrigens ein schöneres, der natürlichen Erscheinung entsprechenderes Bild giebt, nicht möglich ist.

Was die Art und Weise betrifft, durch welche man vortheilhaftere Bedingungen bei Steinbestellungen erzielen kann, so ist schon früher das Nöthige gesagt worden.

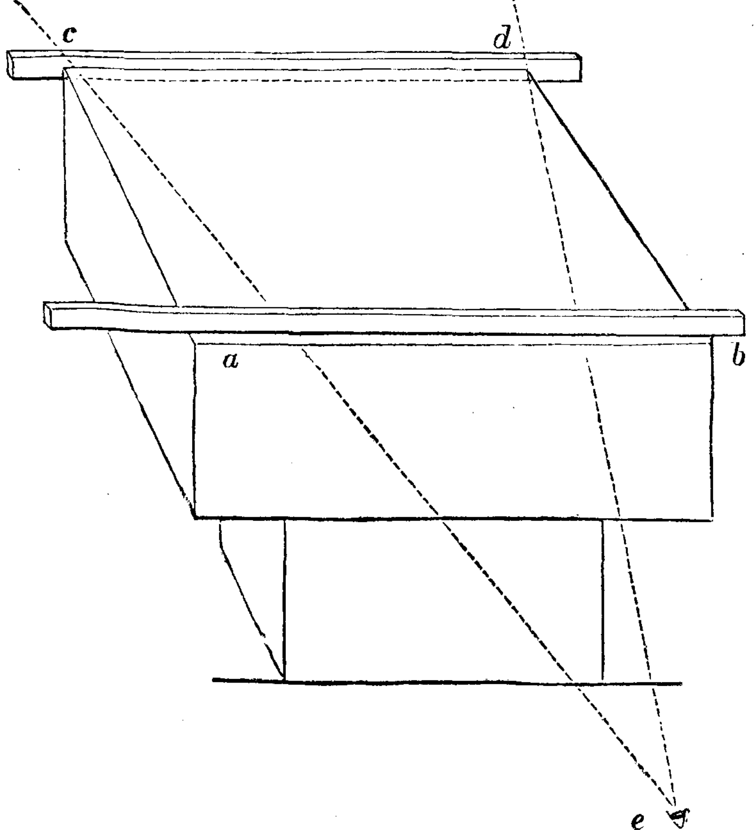
Die Steine müssen zunächst vom Felsen getrennt werden, was nach §. 2 entweder mit Pulver oder, wenn die Steine gut geschichtet liegen, mit eisernen Keilen geschieht, wobei der Stein, nachdem er gespalten ist, mit der Brechstange von dem Arbeiter (Brecher) abgehoben wird. Sind die Stücke zu unregelmäßig oder weit größer als nöthig, so wird das Ueberflüssige durch Keile abgespalten und als Bruchstein oder anderweitig verwendet. Alsdann wird der Stein, wenn er nicht an und für sich groß genug ist, „aufgebänkt“, d. h. auf ein Lager gehoben, das aus untergelegten Bindesteinen oder hölzernen Böcken

besteht und so hoch sein muß, daß die obere Fläche des Steines zum bequemen Arbeiten im Sitzen oder im Stehen liegt. Hierauf erfolgt die weitere Bearbeitung.

Zu den einfachsten Vorbereitungen gehört die Zurichtung der Steine zu sogenannten Werkstücken (Quadern) nach vorgeschriebenen Maßen, welche für rohe Quadern in den Steinbrüchen, für sauber bearbeitete nach Umständen erst auf der Baustelle erfolgt. Ein vollständiges Bearbeiten der Steine im Bruche findet dagegen vielfach für Treppenstufen und andere sauber bearbeitete Stücke statt, die bisweilen in weite Entfernungen versandt werden, obwohl dann, selbst bei sorgfältiger Verpackung mit Stroh und Holzleisten, ein Abstoßen der Kanten durch den Transport nicht immer zu vermeiden ist.

Um dem Quader die zur Verwendung angemessene Gestalt zu geben, gebraucht man gewöhnlich zwei gleich dicke gerade Latten, nach welchen am Rande des wesentlichen Lagers zwei schmale ebene Säume oder Schläge ab und cd Fig. 6 angearbeitet werden, die zur wei-

Fig. 6.



tereren Bearbeitung als Anhalt dienen. Es wird dabei die eine der Latten auf den nach ab gearbeiteten Schlag aufgelegt, auf welche

dann die zweite Latte an der entgegengesetzten Seite des Quaders c d durch Visire einzurichten ist. Man macht dies so, daß man über beide Latten von e aus wegsieht. Fällt die Latte c d mit a b in eine Ebene, so ziehe man an derselben eine gerade Linie, nach welcher dann der zweite Saum angearbeitet wird. Bei dem Einvisiren der zweiten Latte c d ist es gut, hier immer die Oberkante mit der Unterkante der ersten Latte a b in das Auge zu fassen. Die zweite Latte c d kann bei dem Visiren auch entbehrt werden, wenn man auf den Saum a b Fig. 7 eine etwas längere Latte a' b' auflegt und sich dann vor der Seite c d aufstellt, um von hier aus an den Ecken c und d Richtpunkte zu markiren. Verbindet man wieder die Punkte c d mit einer Linie, so wird auch hier mit a b eine ebene Fläche stattfinden, sobald nämlich die Säume b d und c d hergestellt werden.

Fig. 7.

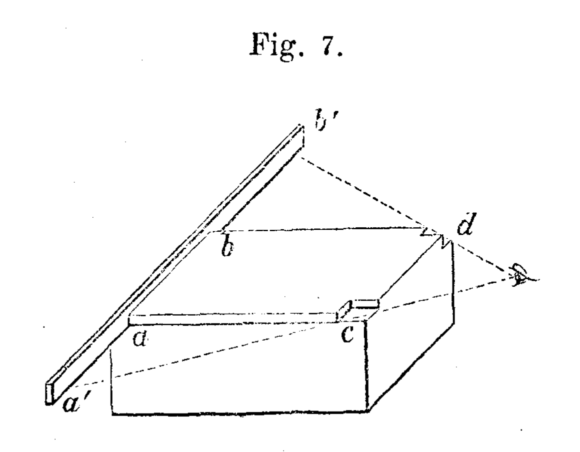
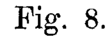
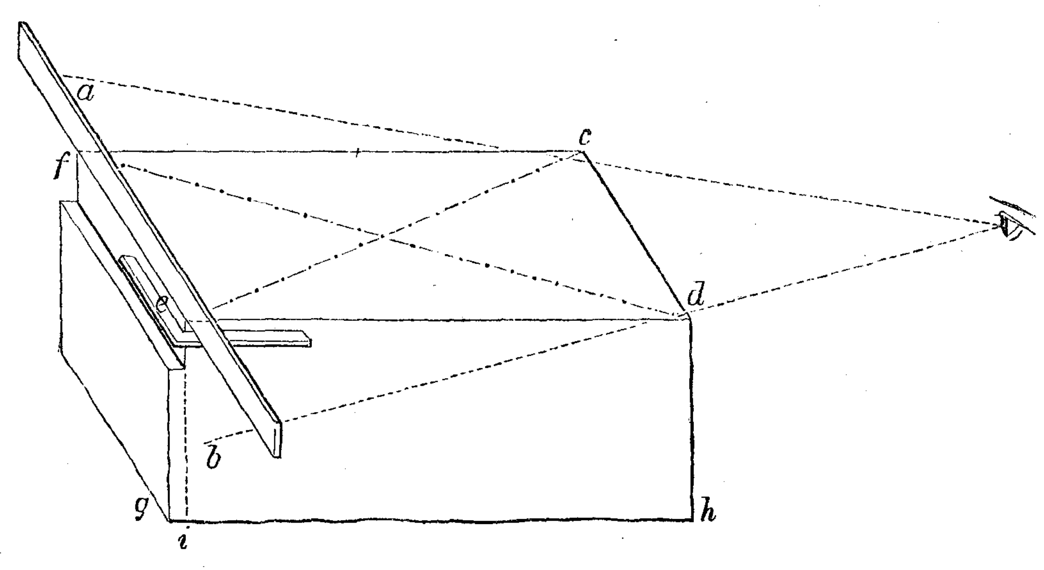


Fig. 8 zeigt die erste Lagerfläche c d e f fertig bearbeitet, an welche die zweite e d h i im Winkel schon angearbeittet ist; die Anlegung des Winkels an e d giebt die Anleitung zur Anlegung der dritten


Fig. 8.

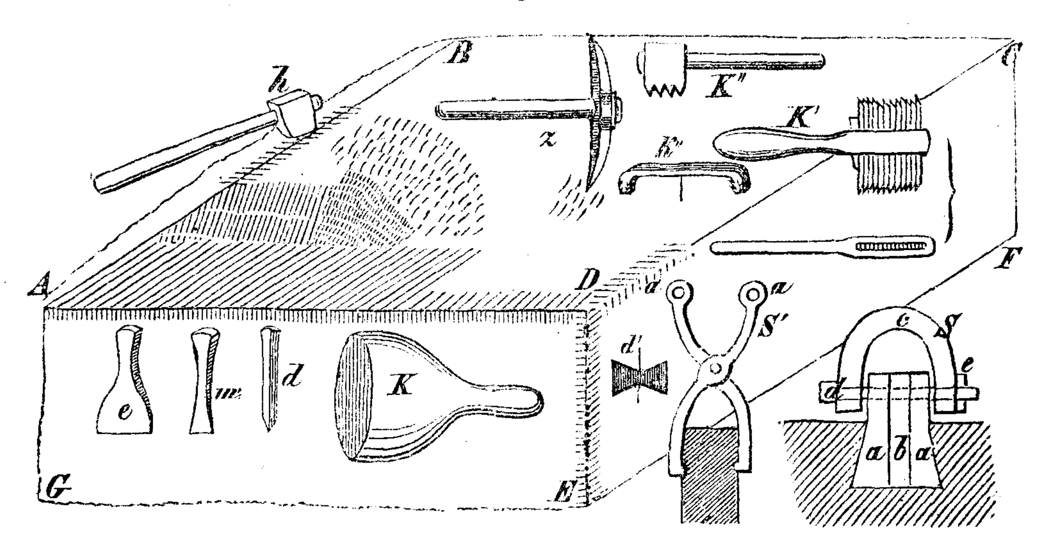


Fläche, für welche der Winkelriß i e schon gezogen ist. Ist nach diesem Verfahren der Quader in der Längenfläche, dem Haupte und den Stoßfugen vollendet, so erprobt man die richtige Bearbeitung durch

eine nach beiden Diagonalen ce und df aufgelegte obere Latte, die in allen Punkten genau aufliegen muß und durch das Winkeleisen, die Schmiege, durch Stichmasse und Lehren.

Bei der Bearbeitung eines Quaders werden zunächst mit dem Schellhammer h die größesten Buckel losgehauen oder mit dem 4ᵏ schweren eisernen Bossirschlägel weggeschlagen; alsdann wird die obere Fläche gespitzt, was mit der Zweispitze z, oder mit einer Spitz- und Flachhaue, oder mit einem gut verstählten Dorn d und dem hölzernen Schlägel K geschieht. Die Zweispitze s ist von Eisen und hat zwei verstählte Spitzen; die Flachhaue dagegen nur eine Spitze und eine Fläche, mit welcher man später den Stein sauberer bearbeiten (abflächen) kann. Der Stiel der Zweispitze z ist etwa 37 zm, die Länge von Spitze zu Spitze 59 zm lang, so daß der Arbeiter bequem

Fig. 9.



mit beiden Händen anfassen und die nöthige Gewalt anwenden kann. Bei dem Bearbeiten mit dem Dorn d, der je nach der Härte des Steines in eine lange Spitze oder kleine Schneide endet, führt der Arbeiter denselben mit der linken Hand in geneigter Stellung und schlägt mit dem hölzernen Klöppel K (und bei Granit mit einem Hammer) auf den Dorn, wodurch die Buckel abspringen. Ist die obere Fläche fertig gespitzt, was man daran erkennt, daß das Richtscheit oder der Stab, nach verschiedenen Richtungen darauf gehalten, überall so ziemlich anliegt, so wird mit dem Winkel das Rechteck ABCD, so groß als der Quader werden soll, auf die obere Fläche mit Schiefer oder Blutstein gezeichnet, so gut als es die kleinen Unebenheiten zulassen. Alsdann werden die vorstehenden Theile mit

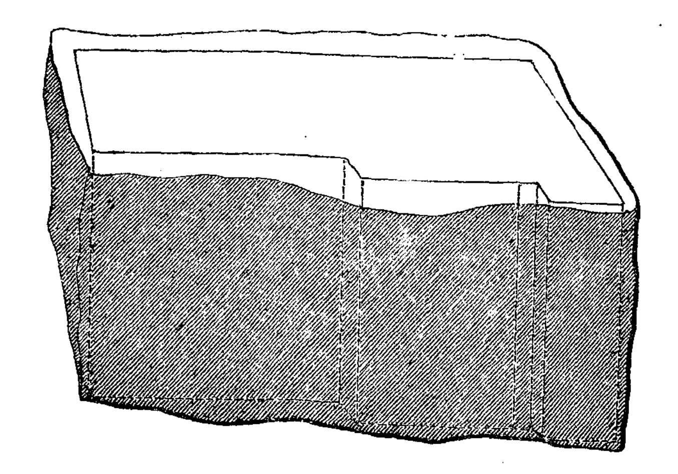
dem Mauerhammer oder Schellhammer h abgeschlagen, die Linien DE, CF 2c. mit dem Winkel vorgeschrieben und die Seitenfläche CDEF, sowie die anderen Flächen wie früher und zwar von den Kanten aus nach der Mitte zu abgespitzt, wobei der Quader, mit Ausnahme für die untere Lagerfläche, in der ursprünglichen Lage liegen bleiben kann. Ein so bearbeiteter Quader heißt ein rauher oder gespitzter Quader.

Durch eine weitere Bearbeitung der gespitzten Quadern erhält man sogenannte gekrönelte Quadern mit gesäumten Kanten. Dazu wird zunächst an eine Fläche etwa an ADEG ein Richtscheit angehalten und die Linie AD mit Schiefer oder Blutstein angeschrieben. Hierauf führt der Steinhauer das Schlageisen m, das wie ein Meißel gestaltet und verstählt ist, mit der linken Hand in geneigter Stellung. während er mit dem hölzernen Klöppel k darauf schlägt, wodurch eine fein genarbte Bahn oder ein Saum von der Breite des Schlageisens entsteht. Diese Bahn kann auch mit der Fläche einer Flachhaue oder auch mit einer sogenannten Fläche hergestellt werden. Ist dieselbe fertig, so wird ein Stab hochkantig darauf gelegt; ein anderer Stab wird an die hintere Fläche bei BC angehalten und so lange gerückt und einvisirt, bis er parallel zu dem Richtscheit AD ist; alsdann wird die Linie BC vorgeschrieben und die Bahn BC ebenso, wie die Bahn AD geschlagen. Durch die parallelen Bahnen AD und BC ist die Ebene ABCD bestimmt und man hat, um die Bahnen DC und AB vorzuschreiben, nur nöthig einen Stab an die Punkte A und B, und dann an D und C zu legen. Alle anderen Bahnen werden durch Abwinkeln erhalten, nachdem die Fläche ABCD gekrönelt ist, was mit dem Krönel (Krehndel) oder Krönchen K' geschieht. Dasselbe ist von Eisen, hat einen etwa 20^{zm} langen eisernen Stiel zum Anfassen, hinten eine geschlitzte Lade, in welcher 10—12 gut verstählte eiserne Zinken und ein eiserner Keil zum Feststellen Platz haben. Indem man mit diesem Krönel in etwas geneigter Lage, aber mit sämmtlichen unteren Spitzen zugleich auf den Stein schlägt, werden die groben Unebenheiten abgearbeitet und man erhält einen fein gepickten, gekrönelten Quader, wobei zu bemerken ist, daß gewöhnlich nur die Stirnfläche in dieser Weise bearbeitet wird, während sämmtliche Fugenflächen nur gespitzt werden. Bei sehr kieshaltigen Sandsteinen und bei Granit benutzt man statt des Krönels den Kies- oder Stockhammer K'', welcher am besten ganz aus Stahl ist und an seiner unteren Fläche 16—40 und mehr pyramidale Spitzen hat.

Soll eine noch sauberere Bearbeitung erfolgen, so wird der Stein, nachdem das Kröneln vorüber ist, scharrirt oder abgeflächt. Das Scharreisen e Fig. 9 hat eine 6—9^{zm} breite, verstählte Schneide und einen kurzen Handgriff und wird ebenso wie das Schlageisen geführt, während mit dem Klöppel K darauf geschlagen wird. Häufig wird der Stein zweimal scharrirt, einmal schräg und dann gerade und zwar so, daß zuletzt die feinen Rinnen rechtwinklig zur Langseite sind. Gehen dabei diese Streifen durch, ohne daß die Stöße in der Breite des Scharreisens sichtbar sind, so nennt man es aufschlagen. Fenster und Thürgewände, Treppenstufen 2c. werden häufig geschliffen, was bei Sandstein dadurch geschieht, daß die scharrirten Flächen erst mit einem gröberen, dann mit einem feineren Sandstein, entweder trocken oder mit Wasser abgerieben werden. Ein Poliren der Steine durch Grünstein und Blutstein wird nur in seltenen Fällen angewendet. Werden die Werkstücke rauh bearbeitet aus dem Bruche geliefert, so erfolgt die weitere Bearbeitung und Trennung in kleinere Stücke auch durch zahnlose Sägen, wie dies bereits erwähnt wurde.

Sollen die Steine eine zusammengesetzte Form annehmen, so sind zur Bearbeitung Chablonen in natürlicher Größe, aus Papier, Pappe, Holz oder Blech nöthig, mit denen der Steinhauer die erforderliche Gestalt auf dem Stein vorzeichnen kann. In Fig. 10 ist eine Anwendung der Chablone vorgestellt; dieselbe ist auf der oberen Fläche des Steines verzeichnet und die punktirten Linien zeigen diejenige Form, welche das Werkstück nach und nach durch die Bearbeitung erhalten wird.

Fig. 10.



Werden Steine von sehr feiner und zerbrechlicher Form ausgearbeitet, die später auf die Gerüste hinaufgeschafft werden sollen, wie Säulencapitäle, Steine mit sehr feinen Gliederungen 2c., so werden solche Steine vor dem Transport nach ihrem Lager an allen zerbrechlichen Punkten mit Gyps ausgegossen, und dieser Gyps wieder herausgemeißelt, wenn die Steine in ihr Lager versetzt sind. Im

Alterthume dagegen verfuhr man nicht so, wie viele unfertig stehende Monumente beweisen; man arbeitete den Stein damals nur nach rohen Linien vor, versetzte ihn dann, und erst in seinem Lager, oft aber erst, nachdem der Bau fertig war, gab man ihm die erforderliche Form. Die jetzige Methode hat insofern den Vorzug, als die Steine bei gänzlicher vorheriger Bearbeitung viel leichter an Gewicht für den Transport und die Aufziehzeuge werden, da der eingegossene Gyps immer noch viel leichter ist, als wenn der Stein, nur nach rohen Umrissen bearbeitet, aufgezogen worden wäre. Uebrigens ist die feinere Bearbeitung der Werkstücken **nach** dem Versetzen an Ort und Stelle auch in neuester Zeit häufig in Anwendung gekommen, namentlich da, wo das Material dafür besonders geeignet ist, wie in Paris und an anderen Orten.

§. 7. Lehm und fette Erden.

Lehm ist ein Thon, der meist gelb gefärbt und leichter schmelzbar als dieser ist. Seine leichtere Schmelzbarkeit verdankt er oft einem Gehalt an Kalk, seine Farbe einem Gehalt an Eisen (Oxyd).

Der Lehm ist eines der wohlfeilsten und wichtigsten Baumaterialien, das sich in nicht sehr gebirgigen Gegenden überall vorfindet. Hauptsächlich verfertigt man daraus künstlich geformte Lehmsteine, welche an der Luft getrocknet oder auch in Formen gepreßt werden; oder man stampft zwischen Bretterformen ganze Mauern von Lehm, wie wir weiter unten bei dem Mauerwerk sehen werden; ferner bereitet man aus Lehm und Thon gebrannte Steine aller Art und Form, und endlich wird der Lehm bei den meisten Feuerungen als Mörtel statt des Kalkes verwendet. Außer diesem Gebrauch wird Lehm und Thon nur zu Ausfüllungen zwischen den Balkendecken und Fußböden, so wie in solchen Fällen gebraucht, wo man die Rückseiten der Mauern gegen das Eindringen von Feuchtigkeit oder des Wassers schützen will; deshalb werden bei Bassins, Mist- und Düngergruben die hinteren Seiten der Mauern und die Fußböden derselben mit einer ein- oder zweifüßigen Lehm- (und noch besser Thon-) Lage ausgefüllt. Der Lehm muß dabei gut durchgearbeitet, in Lagen von etwa 15^{zm} eingetragen und festgestoßen werden. Je fetter in diesem Falle der Lehm ist (oder je weniger Sandtheile derselbe enthält), desto besser ist er. Zu magerer Lehm hat keine Bindekraft und ist in den meisten Fällen nicht zu brauchen. Seine nothwendige Beschaffenheit für künstliche Steine aller Art werden wir später kennen lernen. Auch ver-

wendet man den Lehm, da er ein schlechter Wärmeleiter ist, zur Ausfüllung hölzerner, doppelter Wände, um die durch solche Wände eingeschlossenen Räume im Winter wärmer, im Sommer kühler zu erhalten.

Vor etwa 25 Jahren ist der Lehm vielfach als die Grundlage der, jetzt nicht mehr gebräuchlichen, Dornschen Lehmdächer verbraucht worden; ferner verwendet man denselben zur Umkleidung von Hölzern, namentlich der Balkenköpfe, um ihre Dauer zu verlängern; außerdem zu Estrichen in Dreschtennen und auf Böden.

Wir werden bei den Lehmmauern Gelegenheit nehmen, auf die noch viel zu wenig beachtete Wichtigkeit dieses Baumaterials aufmerksam zu machen, ganz besonders bei untergeordneten und ländlichen Bauwerken.

§. 8. Moos.

Dasselbe wird zu mancherlei Zwecken gebraucht. Bei leichten Feldsteinmauern wird statt des Mörtels bisweilen Gartenerde angewandt, und damit die Fugen schneller verwachsen und nicht so leicht durch Regen ausgewaschen werden, legt man in die Lagerfugen und auch in die Stoßfugen etwas Moos mit ein, welches 8—15 zm in die Fuge hineingreift. Dadurch wird die gegenseitige Reibung der gewöhnlich runden Feld- und Bruchsteine etwas vermehrt und die Mauer fester. Langgewachsenes Waldmoos ist besser als kurzes mageres. Wenn dieses Moos späterhin abstirbt, so kann es eine andere Vegetation in den Fugen befördern. Auch bei Brunnen aus Feld- und Bruchsteinen, wie bei denen aus gewöhnlichen oder keilförmigen, gebrannten Mauersteinen, bedient man sich häufig des Mooses; indessen hält man die Anwendung desselben jetzt mehr für schädlich, da beim Verfaulen des Mooses das Wasser verdorben wird. Außerdem sind für Brunnenmauern weder keilförmige Mauerziegel noch Moos unbedingt nöthig, da es ausreicht, gewöhnliche Mauersteine ohne allen Mörtel im Innern eng aneinander zu reihen und die keilförmige Fuge mit Steinbrocken auszuzwicken.

B. Künstliche Materialien.

§. 9. Lehmsteine (Luftsteine, Kluthen, Luftziegel).

Die Lehmerde, welche man zur Anfertigung der Lehmsteine anwendet, braucht weder sehr sorgfältig ausgewählt, noch sorgfältig zugerichtet zu werden. Es ist hinlänglich, wenn sie nicht zu fett

oder zu mager und rein von kleinen Steinchen und Wurzeln verbraucht wird.

Wenn der frisch gegrabene Lehm in der Hand zusammengeballt an einander klebt, so ist es ein hinlängliches Zeichen für die Fettigkeit der Lehmerde zu Lehmsteinen. Der Lehm kann Mergel- und Kalkstückchen enthalten; diese sind den Lehmsteinen nicht nachtheilig. Bei der gewöhnlichsten Bereitung der Lehmsteine wird der Lehm auf freier Erde ausgebreitet, mit Wasser begossen und mit Kalkstößern möglichst gleichmäßig zu einem dünnen Brei gerührt, wobei alles Wurzelwerk und alle Steine bis zur Größe eines Zentimeter Durchmesser sorgfältig entfernt werden müssen. Bei sehr großer Menge wird derselbe auch, nachdem er vorher mit Wasser begossen ist, durch Pferde oder Ochsen gleichmäßig durchgetreten, wobei die fremdartigen Theile entfernt werden. Die besten Jahreszeiten, um Luftziegel im Freien zu bereiten, sind Frühjahr und Sommer, wo man auf beständige trockne Witterung hoffen kann. Bei eintretendem Regenwetter werden die bereits in Haufen gestellten Lehmsteine entweder nur mit Stroh oder Brettern bedeckt, welche man mit Steinen beschwert oder man baut ganz leichte Bedachungen und schließt deren senkrechte Wetterseite mit Brettern. Die drei andern senkrechten Seiten läßt man, des Luftzuges wegen, offen.

Bei sorgfältigerer Behandlung wird der Lehm, nachdem er gegraben, eingesumpft, das heißt, es werden nach Maßgabe der Größe des vorzunehmenden Geschäftes größere oder kleinere Gruben in die Erde gegraben, etwa $2^1/_2{}^m$ lang, 2^m breit, 2^m tief. In diese Gruben werden Kasten, die oben offen sind und Fußböden von Eichenholz erhalten, eingesetzt; gewöhnlich in der Weise, daß man 4 Eckstiele, die mit Falzen versehen sind, einschlägt und in diese Falze 5^{zm} starke Eichenbohlen einschiebt. Der Fußboden wird gedielt. Diese Kasten nennt man Sümpfe. Sie können auch von gebrannten festen Mauersteinen aufgemauert und der Fußboden gepflastert sein.

In diesen Sümpfen wird der Lehm zwei oder mehrere Tage lang eingeweicht, und je länger man ihn in denselben lassen kann, desto gleichmäßiger wird die Masse. Ist der Lehm an sich rein, so kann man ihn gleich, nachdem er gegraben ist, in die Sümpfe thun, mit Wasser begießen und tüchtig umrühren und durcheinander arbeiten. Je weicher das Wasser ist, dessen man sich zum Einsumpfen bedient, um so besser und schöner werden die Lehmsteine. Regenwasser würde also unter allen das beste sein.

Vorzüglich muß man sich hüten, salpeterhaltiges oder gar Seewasser zum Erweichen des Lehmes zu benutzen, da Steine, mit solchem angefertigt, auch wenn sie ganz trocken sind, immer die Eigenschaft behalten, alle Feuchtigkeit aus der Luft an sich zu ziehen, vermöge der Salztheile, welche das Wasser enthielt. Hierdurch aber ergeben sie feuchte Wände und Mauern und leisten diese vermöge ihrer Feuchtigkeit der Holzschwammbildung Vorschub.

Ist der Lehm an sich nicht rein, das heißt vielfach mit Wurzeln, Steinchen rc. gemischt, so muß er durchaus, wenn man gute Lehmsteine haben will, vor dem Einsumpfen gehörig geschlemmt werden.

Das Schlemmen kann auf folgende Art bewerkstelligt werden.

Man setzt vor dem Sumpfe eine gewöhnliche aber große Kalkbank auf. Vor den Schieber derselben befestigt man ein Drahtgitter mit etwa $1^1/_2$ zm im Quadrat haltenden Oeffnungen. Bei geschlossenem Schieber thut man in die Kalkbank Lehm und Wasser, so daß nach gehörigem Umrühren ein ganz dünner Brei entsteht; diesen läßt man in den Sumpf ab, nachdem man den Schieber geöffnet hat. Alle Steine, Wurzeln rc. bleiben in der Kalkbank zurück und werden weggeworfen. Hierauf wiederholt man das Verfahren so oft, bis der Sumpf mit Lehmmasse gefüllt ist. Das sich oben nach und nach sammelnde Wasser kann man ausschöpfen, das übrige verdunstet an der Luft, bis der Brei die gehörige Dicke erreicht hat, um Lehmsteine daraus streichen zu können.

Gewöhnlich wird der Lehm, sobald er gegraben ist, in die Sümpfe gebracht, obwohl man, sofern derselbe nicht Kalk- oder Mergelstücke enthält, ein weit vorzüglicheres Ziegelgut bekommt, wenn man den Lehm im Herbst anfahren und den Winter über offen liegen und ausfrieren läßt. Er wird dadurch mürber und gleichmäßiger.

Hat der Lehm 2—3 Tage in den Sümpfen gelegen, so wird er auf die Traden oder Tretplätze gebracht, die sich in den Trockenschuppen befinden, weshalb es gut ist, die Sümpfe unmittelbar an die Trockenschuppen zu legen. Diese Tretplätze sind gedielt, etwa 5—6 m lang, 3—4 m breit und an den Rändern mit Brettern hochkantig eingefaßt. Hier wird die Ziegelerde in dünnen Lagen aufgeschüttet, um gehörig durchgeknetet und von Steinen befreit zu werden. An vielen Orten geschieht dies noch durch Arbeiter; sie setzen erst einen Fuß hin, dann den andern dicht daneben und treten so den Thon in einer Linie durch, dann in einer Linie dicht daneben rc. Diese Arbeit wird jetzt mehr und mehr, sowohl bei größeren wie bei

kleineren Ziegelfabriken durch die sogenannte Knetmaschine oder den Thonschneider verrichtet, dessen Einrichtung etwa folgende ist. Fig. 11 bis 13.

Fig. 11.

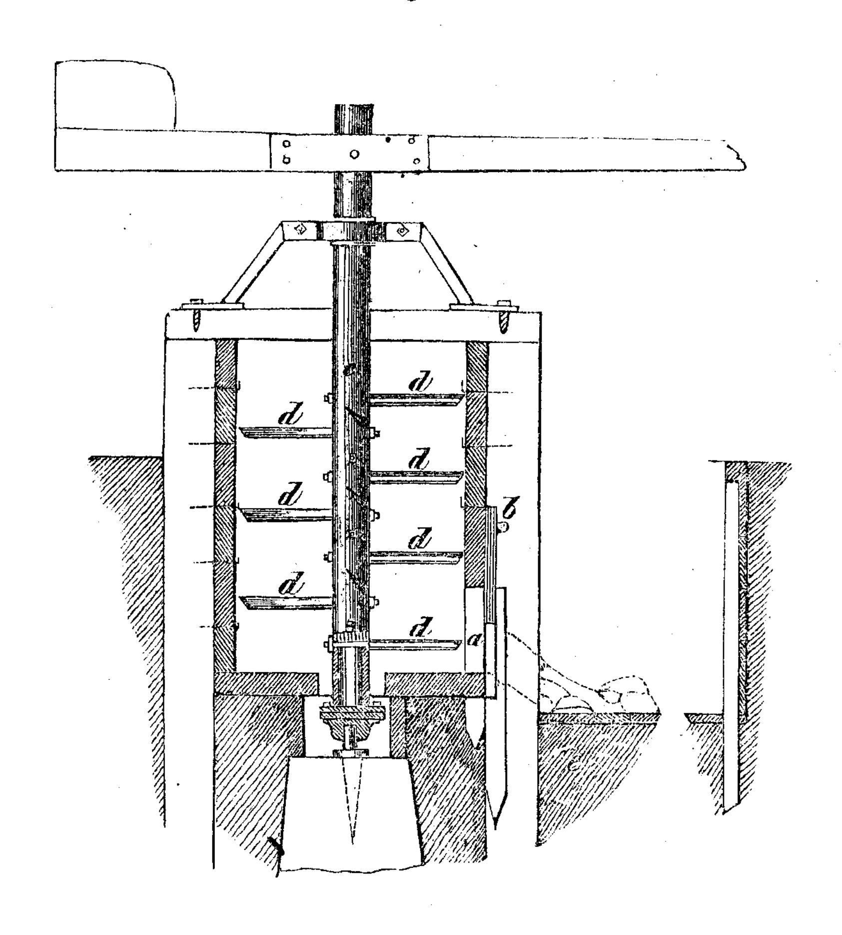


Fig. 12.

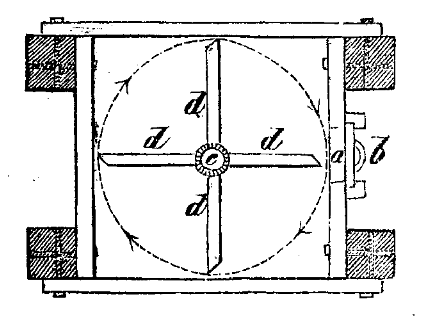
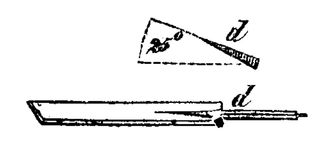


Fig. 13.



In einem viereckigen Kasten von Bohlen (Fig. 11 und 12), der etwa 1 bis $1^1/_4$ m im □ und $1^1/_4$ bis $1^1/_3$ m Höhe hat, befindet sich eine senkrechte Welle c, die gewöhnlich von Gußeisen und hohl ist, jedoch auch von Holz oder Schmiedeeisen sein kann. Diese Welle ist spiralförmig mit Messern d besetzt. Die Schneide und der Rücken dieser Messer d sind horizontal, aber die Ebene der Messer bildet mit der Wagerechten einen Winkel von 25° und zwar so, daß (Fig. 13) die Schneide höher als der Rücken liegt. Oben an der Welle befindet sich ein Zugbaum für ein oder zwei Pferde, welche die Welle so drehen, daß die Schneiden

der Messer vorangehen. Der Lehm wird oben hineingeworfen und etwas Wasser zugegossen. Die Messer zerschneiden die Masse nach allen Richtungen und üben dabei einen Druck gegen den Boden aus, in dessen Nähe ein Loch a angebracht ist, durch welches der Lehm fortwährend herausgepreßt wird. Damit dieses nicht zu schnell geschieht, ist der Schieber b angebracht, um die Oeffnung a verkleinern zu können. Ist der Lehm noch nicht genug durchgearbeitet, so wird er oben von neuem aufgegeben und durchgeknetet.

Diese Vorrichtung hat das Eigenthümliche, daß alle größeren Steine in die Ecken des Kastens gedrückt werden, von wo aus dieselben von Zeit zu Zeit beseitigt werden.

Eine solche Knetmaschine ist nicht theuer, leicht herzustellen und leistet viel, obwohl eine ziemliche Kraft zur Bewegung der Messer nöthig ist. Sie hat sich als praktisch bewährt und wird daher vielfach angewendet.

Ist eine Thonsorte voll von kleinen Steinen, so wird sie durch die Knetmaschine ebensowenig, wie bei dem Durcharbeiten mit den Füßen hinlänglich gereinigt, und in diesem Falle muß das vorerwähnte Schlemmen zur Anwendung gebracht werden. Soll eine geschlemmte Masse durchgeknetet werden, so bedient man sich der oben beschriebenen Knetmaschine, jedoch ist für diesen Fall der Kasten nicht viereckig, sondern cylinderförmig, weil der geschlemmte Lehm von Steinen frei ist, mithin jene Ecken nicht nöthig sind.

Gewöhnliche, nicht zu ungleichmäßige Materialien werden durch den erläuterten Thonschneider gut durchgearbeitet. Für ungleichmäßige Materialien, die aus getrennten Lagen von Thon und Sand bestehen, wendet man etwas breitere Messer an, die an ihrer unteren Fläche mit sechs kleineren Messern in Abständen von 5 zm besetzt sind, die also an den großen Messern ähnlich wie Harkenzähne an der Harke oder dem Rechen sitzen, etwa 9 zm lang, 4 zm breit, 0,3 zm stark und unten zugeschärft sind; diese schneiden bei der Umdrehung der Hauptwelle den Thon in kleinere Abschnitte und befördern so die Mischung der Materialien. Unreinigkeiten, Wurzeln und dergleichen werden von den kleinen Messern aufgefangen und von Zeit zu Zeit abgenommen. Von den großen Messern liegt dabei das oberste ganz horizontal, und das unterste, 5 zm über dem Boden laufende, ist nicht mit kleinen Messern besetzt. Dieser Thonschneider, der, wenn im Allgemeinen keine Steine vorkommen, aus einer runden Trommel von 86 zm Durchmesser und 1 m Höhe besteht, wird wie jeder runde Thon-

schneider auch Kleinmühle genannt und immer in der Nähe des Sumpfes oder in der Mitte eines runden, etwa $5^1/_2$ m im Durchmesser haltenden Sumpfes aufgestellt, um an Materialtransport zu sparen. Der runde Sumpf ist durch niedrige Bretterverschläge so abgetheilt, daß die, aus dem Thonschneider herausgepreßten Materialien sich nicht mit den eingesumpften vermengen können.

Wenn vorher nicht gemischte Materialien unmittelbar mittelst des Thonschneiders zu gut durchgearbeiteten, sehr dichten und festen Steinen gepreßt werden sollen, so wird der Herrn Schlickeisen in Berlin patentirte Thonschneider gute Dienste leisten. Derselbe unterscheidet sich von den anderen Thonschneidern außer seiner runden Form, die sich nach oben erweitert, auch wesentlich durch andere Form und Stellung der Messer.

Hat der auf die eine oder andere Art zubereitete Lehm die Dicke eines straffen Breies erreicht, und wird derselbe nicht durch den Schlickeisen'schen Thonschneider gepreßt, so beginnt das Streichen der Lehmsteine auf den Streichtischen. Es sind dies große niedrige Tische, auf welche eine Holzbahn für Schubkarren führt, mit denen so viel Lehm aufgefahren wird, als ein oder mehrere Streicher nach und nach verarbeiten können. Das Streichen geschieht in der sogenannten Form, das ist ein Rahmen von der Größe und Höhe, welche die Steine haben sollen, der aber weder Deckel noch Boden, dagegen an den Seiten ein Paar Handhaben hat. Die Form ist entweder aus Eisen oder aus Holz und im letztern Falle gewöhnlich mit Eisen beschlagen. Diese Form stellt der Arbeiter auf ein Brettstück, das auf den Streichtisch genagelt ist, benetzt sie mit Wasser oder streut, wenn das Ziegelgut trockner verarbeitet wird, Sand hinein, wirft einen Ballen Lehm mit Gewalt in die Form und verbreitet denselben mit der Hand, so daß die Ecken gehörig voll werden. Der vorstehende Lehm wird mit einem Brettchen oder Messingdraht abgestrichen und zur Seite geworfen; hierauf hebt der Arbeiter die Form und schüttelt etwas, wodurch der Stein heraus fällt. Man sorgt dafür, daß er auf ein Brettchen falle, welches mit dem Steine von Kindern auf die Gerüste getragen wird, die sich unter eigens zum Trocknen der Steine eingerichteten Trockenschuppen befinden. Werden die Steine im Freien getrocknet, so trägt ein Arbeiter den Lehmstein in der Form dahin, wo er trocknen soll, und hebt dann die Form ab.

Bessere Ziegel werden jedoch erhalten, wenn der Ziegelstreicher den Lehm, nachdem er ihn in die Form geworfen hat, nicht mit der Hand

in die Ecken schlägt, sondern die Form mit dem Umsatzbrett in die Höhe hebt und einen starken Schlag gegen den Streichtisch thut, so daß das Ziegelgut die Ecken vollständig ausfüllt; alsdann wird der überflüssige Lehm scharf abgestrichen, überhaupt wie vorher verfahren.

Das Trocknen im Freien, wo die Ziegel der Witterung blosgestellt liegen, ist natürlich nicht so gut als das im Trockenschuppen, weil hier die Steine im Schatten liegen, demnach nicht so leicht von der Sonne aufreißen, und nicht durch den Regen leiden können, welcher häufig in ein paar Stunden mehrere Tagewerke zerstören kann. Was die Trockenschuppen betrifft, so müssen sie so leicht als möglich erbaut werden und wo möglich flache Dächer haben, da man in steilen Dächern nur wenig Gerüste zum Trocknen unterbringen kann. Auch müssen sie möglichst luftig sein. Es ist deshalb gut, ihre langen Seiten so einzurichten, daß der West- und Ostwind durch dieselben gehen (also die Giebel nach Süd und Nord). Auch dürfen dergleichen Gebäude, eben des starken Luftzuges wegen, keine zu große Breite haben, weil derselbe in zu breiten Gebäuden auch besonders bei der Aufstellung der vielen Gerüste gehindert wird. Eine Breite von 12^m bei einer Stockwerkshöhe von mindestens $2^1/_3{}^m$ im Lichten und eine Gerüsthöhe von 2^m ist angemessen.

Eine quadratische Grundrißform, wenn sie mehr als 12^m betrüge, würde demnach unzweckmäßig sein, wenn sie auch in anderen Fällen zu empfehlen wäre.

Damit die Trockenschuppen willkürlich an den Seitenflächen geöffnet und geschlossen werden können, um den Luftzug in seiner Gewalt zu haben, bringt man überall hölzerne Klappen von $2—2^1/_4{}^m$ Länge und $60—90^{zm}$ Höhe an, welche sich nach außen öffnen und durch Sperrhölzer offen erhalten werden können.

Bei größerem Betriebe hat man bisweilen nur für die sogenannten Formsteine, welche Gliederungen haben, eigens errichtete Gebäude zum Trocknen, während bedeckte Trockenräume für die gewöhnlichen Mauersteine auf einfachere Weise hergestellt werden. Man errichtet Trockengerüste von etwa 12^m Länge und 2^m Höhe, so daß zwischen den Reihen ein Gang bleibt, der wegen des Luftzuges nicht unter $2^1/_2{}^m$ Breite haben darf. Ueber jedem Gerüst bildet man ein kleines Dach durch ein oder zwei schräg gelegte Bretter, legt oben querüber Stangen und überdeckt den ganzen Raum mit Reisig. Dieses schützt die Ziegel gegen Schnee und Schlagregen, während die schräge Bretterbedachung den durchträufelnden Regen abhält.

Eine solche Einrichtung der Trockenräume eignet sich besonders für die ländlichen Ziegeleien, wo man die Steine bisher im Freien trocknete. Sie ist in ähnlicher Weise auf der Ziegelei des Herrn Rittergutsbesitzers Wernicke auf Hermsdorf bei Berlin ausgeführt, wo jährlich über 3 Millionen gebrannte Mauersteine von sehr guter Beschaffenheit gefertigt werden.

Das langsame, gleichmäßige Trocknen der Lehmsteine im **Schatten** ist die Hauptsache für die künftige Güte. Je länger sie vor dem Gebrauche austrocknen, um so so besser werden sie. Im Alterthum werden gesetzlich hierzu zwei volle Jahre bestimmt, wir verbrauchen sie schon oft nach zwei Wochen.

Das Maaß der Lehmsteine richtet sich darnach, ob man sie allein oder in Verbindung mit Ziegeln verbrauchen will. Sollen sie gemeinschaftlich mit Ziegeln verbraucht werden, so müssen sie im ausgetrockneten Zustande ganz dieselbe Größe haben als die gebrannten Mauersteine (Ziegel), sie würden also bei den in Deutschland üblichen Ziegelmaaßen so groß gemacht werden müssen, daß sie im ausgetrockneten Zustande 25^{zm} Länge, 12^{zm} Breite und $6{,}5^{zm}$ Dicke haben. Da aber der Lehm im trockenen Zustande einen kleineren Raum einnimmt als im nassen (was man das Schwinden des Lehms nennt), so muß auch die Holzform, in welcher man die Lehmsteine streicht, größer sein, als der Lehmstein im ausgetrockneten Zustande werden soll. Dieses Schwinden beträgt durchschnittlich $1/_{13}$ des Maaßes nach allen Seiten hin. Wollte man also einen trockenen Lehmstein erzielen, der 25^{zm} lang, 12^{zm} breit und $6{,}5^{zm}$ hoch wäre, so müßte die Streichform dazu etwa 27^{zm} lang, 13^{zm} breit und 7^{zm} hoch sein. Aller Lehm schwindet aber nicht gleichmäßig, und es ist dann am besten, bei der jedesmaligen verschiedenen Erde das Schwinden derselben durch Versuche auszumitteln.

Auch muß man, um ein bestimmtes Maaß Ziegelgut zu erhalten, immer $1/_3$ Maaß Erde mehr ausgraben. Wollte man z. B. 60 Kb^m Lehmsteine machen, so muß man 90 Kb^m Lehm ausgraben, da die gegrabene Erde einen größeren Raum einnimmt als die feste, und auch vieles verloren geht.

Ein Mann kann in einem langen Sommertage circa 1000 Stück Steine streichen und wegsetzen.

Eine leichte und wohlfeile Herstellung von Ziegeln wird ein immer dringenderes Bedürfniß. Die einfache und gleiche Form der Ziegeln regte schon vor langen Jahren zur Erzeugung derselben durch Ma=

schinen an, aber noch vor einigen Jahren konnte eine Concurrenz der Maschinenformerei mit der Handformerei nicht aufkommen. Der Erfolg der jüngsten Zeit hat aber zum Ziele geführt, so daß die Herstellung guter Ziegel im Großen nur durch Maschinenarbeit erzeugt werden kann.

Eine Darstellung der verschiedenen Ziegelpressen würde den Zweck unseres Buches überschreiten und müssen wir daher auf die vielen darüber erscheinenden Fachwerke verweisen.

Das Streichen der Dachsteine und zwar der sogenannten Biberschwänze ist ebenfalls einfach. Die Dachsteine haben bekanntlich eine Nase, damit sie auf den Latten hängen bleiben, und für diese Nase befindet sich entweder eine Vertiefung in der Form, oder der Vorsprung für die Nase bleibt in der Breite des Dachziegels stehen und wird mit dem Streichbrett so weit fortgenommen, daß die Nase übrig bleibt, die mit den Fingern noch etwas nachgeformt wird. Ein nachträgliches Ansetzen der Nase darf nie stattfinden; da ferner die Dachsteine mit ihrer unteren Fläche auf den Trockenbrettern liegen, damit die obere Fläche nicht durch Sand rauh werde, so muß der Einschnitt in den Trockenbrettern für die Nase so lang sein, daß beim Trocknen und Zusammenziehen des Ziegels kein Bruch entsteht.

Will man gute Dachsteine erzielen, so bereitet man den Lehm sorgfältig vor, wo möglich durch Schlemmen, und preßt nachträglich die übertrockneten Dachsteine. Ein solches Pressen wendet man auch bei Form- und Ornamentsteinen an.

§. 10. Lehmpatzen (ägyptische Luftziegel).

Sie werden ganz ebenso angefertigt wie die Lehmsteine und unterscheiden sich von ihnen nur dadurch, daß sie ein größeres Format haben und daß man sie, des schnelleren Trocknens wegen, mit geschnittenem Stroh (Heckfel), Flachs- oder Hanfscheben vermischt. Da sie eben größer sind als Lehmsteine und deshalb auch schwerer austrocknen, so verhindert zugleich die Beimischung von Stroh 2c. das sonst leichte Aufreißen derselben und trägt so zur Festigkeit der Steinmasse etwas bei.

Man pflegte sie früher 39^{zm} lang, 19^{zm} breit und 15$^{1}/_{2}$^{zm} hoch zu machen. Da sie aber für die schnelle Brauchbarkeit in dieser Größe zu langsam trocknen, so ist die vorschriftliche Größe auf 27^{zm} Länge, 15^{zm} Breite und 16^{zm} Höhe festgesetzt worden. Hierdurch sind sie den Lehmsteinen fast ganz gleich gesetzt und man hat nur mehr

Arbeit davon. Ganz anders stellt sich das Verhältniß, wenn man sie 39 zm lang 2c. macht und sie gehörig austrocknen läßt; alsdann sind sie schwerer und das Mauerwerk erhält viel weniger Fugen, wird also viel fester. Zu 1000 Lehmpatzen von 27 zm Länge gehören 8 Kbm Lehm, 10 Bund Stroh oder 4 Scheffel Flachs- oder Hanfscheben.

Die vollständige Austrocknung derselben vor dem Verbrauch ist wie bei den Lehmsteinen unerläßliche Bedingung.

Die Güte der Lehmsteine wie der Lehmpatzen erkennt man an der Bruchfläche; sie sind gut, wenn ihr Bruch gleichmäßig, die Masse fein, nicht bröcklig, sondern zusammenhängend ist; wenn keine Steine darin sind, und wenn sie im Innern keine dunklere Farbe zeigen als auf der Oberfläche. Sind sie im Innern dunkler, so ist es ein untrügliches Zeichen, daß sie nicht gehörig ausgetrocknet sind, folglich nichts taugen.

§. 11. Stampf- oder Piséebau.

Man unterscheidet Erdstampfbau und Sandkalkbau und verwendet zu dem ersteren entweder Lehm, oder Boden, der nicht zu mager ist. Dabei ist aber die Ausführung noch verschieden, je nachdem man zunächst einzelne Steine in Formen, oder ganze Mauerstücke zwischen Formen stampft.

1) Das Verfahren bei dem gewöhnlichen Stampfbau oder Pisée, welche letztere Benennung französisch aber gebräuchlicher ist, wird später ausführlich beschrieben werden und besteht in Kürze darin, daß zwischen aufgerichteten Brettgerüsten eine Lehmmasse mit hölzernen Stampfern so lange festgestampft wird, bis sie ein zusammenhängendes Mauerstück bildet. Dann werden die Brettgerüste gerückt und ein neues Mauerstück gestampft. Man kann sonach jedes auf diese Art entstandene Mauerstück als einen großen gestampften Stein betrachten und das ganze Gemäuer aus solchen einzelnen Steinstücken zusammengesetzt.

2) Die Erdquadern von den Franzosen Cointereaux und Isenard. Nach dem ersteren werden in kleine Formen gestampfte Steine hergestellt, die man auch Erdquadern nennt und die gewöhnlich 34 zm lang, $16^1/_2$ zm breit und $16^1/_2$ zm hoch sind. Um diese Erdquadern zu erhalten, stellt man drei Bohlen in Abständen von 34 zm parallel nebeneinander und erhält dadurch zwei Rinnen.

Die mittelste Bohle hat auf beiden Seiten, die äußeren haben

nur auf der innern Seite in Entfernungen von $16^1/_2$ ^zm Einschnitte, in welche man Querbrettchen einschiebt, wodurch Löcher oder Formen für die einzelnen Steine entstehen. Dieses Formgerüst wird unverschiebbar gemacht und in die einzelnen Löcher oder Formen so lange nach und nach Lehm gestampft, bis sie gefüllt sind. Der Grund, auf dem die Steine gestampft werden, muß vollkommen fest, also mindestens ein Mauersteinpflaster sein. Sind die Steine fertig, so wird das Formgerüst auseinander- und die einzelnen Steine herausgenommen. Dabei brechen gewöhnlich die Kanten ab und außerdem sind die Steine zwar fester, aber auch theurer als gewöhnliche Lehmsteine.

Zu den gerammten Erdquadern nach Isenard kann jede Erdart, auf der mit Vortheil Weizen gebaut wird, verwendet werden. Die Form, in welcher gerammt wird, ist von Gußeisen, sitzt in einem Holzkasten fest und ist noch einmal so hoch, als der Stein werden soll. In diese Form wird die Bodenart gefüllt, dann ein Stempel aufgesetzt, der oben einen Knopf hat, und auf diesen läßt man die Ramme etwa 6 bis 7 Mal wirken, bis der untere Rand des Kopfes auf der gußeisernen Form aufsitzt. Alsdann ist der Stein fertig und wird mit der Form durch eine Drehvorrichtung von seinem Platze bewegt, bis die untere Oeffnung frei wird, durch welche er herausfällt.

Die Ramme zum Einstampfen ist ähnlich der, welche man zum Einschlagen der Pfähle gebraucht, und wird von 3 Arbeitern bedient. Man erhält natürlich hierbei festere Steine und kann sie auch größer machen. In Odessa, wo diese Bauart mit Erfolg angewendet ist, sind die Steine 31 ^zm lang, 21 ^zm breit und 16 ^zm dick angefertigt worden. Die einzelnen Erdquadern müssen verbandmäßig verlegt werden. Mit Rücksicht hierauf erscheint der gewöhnliche Piséebau einfacher, zumal in der Weise wie er in Weißensee und Malchow bei Berlin ausgeführt wird, wo man die Mauern aus Gartenerde zwischen Formen stampft, die Oeffnungen mit der Axt aushaut und ebenso die Außenfläche mit dem Breitbeil bearbeitet, da kein Putz darauf haftet. Die Wände halten warm und sind so fest, daß sich Ungeziefer nicht durchfrißt und daß sie vom Regen wenig leiden.

Die im Vorhergehenden besprochenen Bauweisen erfordern eine Plynthe von Feldsteinen, die bei Wohngebäuden etwas über den innern Fußboden, bei Stallgebäuden aber so hoch gehen muß, als der Dünger zu liegen kommt. Ein Mehreres darüber folgt §. 31.

3) Die in Formen gestampften Mauern und Steine, aus Sand und wenig Kalk bestehend, sollen ihrer Wichtigkeit wegen bei den Mauer-

werken §. 32 erwähnt werden. Sie werden ganz ähnlich bearbeitet wie die Piséemauern.

§. 12. Die gebrannten Mauersteine (Ziegel).

Sie sind eins der wichtigsten Materialien, wegen der Bequemlichkeit, mit welcher sie gehandhabt werden können, ferner wegen ihrer Festigkeit und ihrer Dauer, und wegen der Wohlfeilheit im Vergleich mit natürlichen, behauenen Steinen. Ebenso sind sie den letzteren wegen ihrer natürlichen Trockenheit und Wärme bei Wohngebäuden und Stallungen vorzuziehen. Ihre Anwendung ist vom höchsten Alterthume bis auf die jetzige Zeit über die ganze gebildete Welt verbreitet, selbst in Gegenden, in welchen natürliche Steine in Menge vorhanden sind. Dies ist besonders auch dem Umstande zuzuschreiben, daß sie weit leichter und wohlfeiler in jeder gegliederten Form hergestellt werden können, wodurch sie auch zu Verzierungen sehr geeignet sind.

Die Erde, welche man zu den Ziegeln verwenden will, muß alle diejenigen Eigenschaften haben, welche bereits §. 10 für die Lehmsteine gefordert wurden. Außerdem aber hat man noch ganz besonders darauf zu merken, daß in der Ziegelerde nicht Kalkkörner vorkommen, weil hieraus ganz unbrauchbare Steine entstehen; denn wenn die Ziegel gebrannt werden und es sind größere oder kleinere Kalktheile, oder auch Mergelkalk in der Ziegelerde, so werden diese Kalktheile ebenfalls mit durchgebrannt.

Vermauert man solche kalkhaltige Ziegel oder setzt sie der Witterung aus, so werden die mitgebrannten Kalktheile durch die Nässe abgelöscht (wie man es nennt). Abgelöschter Kalk aber nimmt einen größeren Raum ein als unabgelöschter, und hierdurch werden kalkhaltige Ziegel zersprengt oder zerbröckelt, je nachdem sie mehr Kalksteinchen oder Mergelkalktheile enthalten haben.

Die bessere Ziegelerde, das heißt den fetteren Lehm und Thon, findet man in höheren Gegenden meistentheils erst unter einem bedeutenden Abraume in größerer Tiefe von zuweilen 6—9^{m}, während geringere Ziegelerde (magerer Lehm) sich häufig dann schon vorfindet, wenn man die tragbare Erdkruste abgeräumt hat, oder noch einige Fuß tiefer in die Erde geht; dagegen liegt die Schlammerde, welche sich auch zu Ziegeln eignet, meist in Brüchen ohne allen Abraum zu Tage.

Hinsichtlich der Bereitung der Ziegelerde und des Formens

derjenigen Luftsteine, welche alsdann zu Ziegeln gebrannt werden sollen, ist ebenfalls alles dasjenige zu beobachten, was bereits unter §. 10 bei den Luftsteinen erwähnt worden ist.

Hierher gehört:

1) Das frühzeitige Anfahren der Ziegelerde und das Ausfrieren derselben während eines Winters, welches zwar nicht unbedingt nöthig, aber zweckmäßig ist.

2) Das Einsumpfen, dem bei guter Bereitung eine sorgfältige Reinigung durch Schlemmen oder besondere Maschinen vorangeht.

3) Das Durchtreten oder Durchkneten mit bloßen Füßen oder der Knetmaschine, die, wenn größere Steine vorhanden sind, einen viereckigen Kasten und nur bei geschlemmtem Ziegelgut, oder solchem, welches von Steinen frei ist, einen runden Kasten haben darf.

4) Das Streichen oder Formen des Ziegelgutes zu Lehmsteinen.

5) Das Trocknen dieser Lehmsteine auf Gerüsten oder Repositorien in eigens dazu erbauten Schuppen.

Bei den Feldbränden werden zwar die Steine nur im Freien und nicht im Schatten bedeckter Räume (wie sie früher beschrieben wurden) getrocknet; allein diese Art der Bereitung ist natürlich unsicherer und schlechter.

Für Ziegel, die gebrannt werden sollen, kommt hinzu

6) Das Pressen der übertrockneten Ziegel, welches jedoch seltener und meistens nur bei Dach- und Formsteinen angewendet wird, um dichtere und haltbarere Ziegel zu bekommen.

7) Das Brennen der Ziegel, welches in das Vorschmochen oder Vorschmauchen, in das Garbrennen und in das Abkühlen zerfällt.

Das Vorschmauchen oder Schmochen hat den Zweck, die Ziegel vollständiger zu trocknen; es erfolgt durch mäßiges Feuern, wobei ein starker Qualm aus dem Ofen herauskommt, der die Bezeichnung „Schmauchen" hervorgerufen hat. Würde man anfangs gleich stark feuern, so würden die Ziegel an der Oberfläche gebrannt werden, und wenn das im Innern enthaltene Wasser sich in Dampf verwandelt, würden sie platzen oder wenigstens starke Risse bekommen, wie dies oft bei den zu Schürgassen verwandten Ziegeln stattfindet. Bei dem Garbrennen muß die Hitze so groß werden, daß die Ziegel nach dem Abkühlen vollständig fest sind; sie darf aber nicht so groß sein, daß die Ziegel schmelzen, weil sie sich dadurch verziehen und zusammenbacken würden. Das Abkühlen, wobei alle Oeffnungen des Ofens geschlossen und dann allmählich erst die im Gewölbe, dann die unteren

geöffnet werden, ist deshalb nöthig, damit nach der starken Hitze beim Garbrennen nicht gleich kalte Luft zuströme, wodurch die glühenden Ziegel springen würden.

Die Güte der Ziegel ist von zwei Hauptsachen der Bereitung abhängig:

erstens von der vorzüglichen Reinigung und Durcharbeitung der Erde, und

zweitens von dem gehörigen Trocknen und Brennen.

Die Form der gebrannten Ziegel ist aus Gründen ihrer leichteren Handhabung und wegen Sicherung des Mauerwerkes nicht gleichgültig.

Die Ziegel müssen vorschriftsmäßig nach dem Brande

25^zm^ Länge, 12^zm^ Breite und 6,5^zm^ Dicke

haben.

Die am schärfsten gebrannten Steine, welche der Schürgasse am nächsten standen, heißen Klinker; sie sind oft rissig und krumm, weil sie einer Hitze ausgesetzt waren, die für das gewöhnliche Ziegelgut viel zu hoch ist. Ganz anders ist es mit den vorzüglichen holländischen und englischen Klinkern, welche aus einer Masse erhalten werden, die bei nicht zu hoher Temperatur in einen verglasten Zustand übergeht.

Die Form der gebrannten Dachziegel ist nach dem Brennen folgende:

1) Plattziegel, Biberschwänze (Floomsteine)

36^{zm} lang, 15^{zm} breit, 1,5—2^{zm} dick.

Ein Ziegelstreicher kann täglich 8—900 Stück verfertigen. Ein Plattziegel wiegt etwa 2^{k}.

2) Dachpfannen in Form eines liegenden ∽.

Eine große Pfanne ist 39^{zm} lang, 26^{zm} breit, $1^1/_2$^{zm} stark.

Eine kleine holländische 34^{zm} „ 26^{zm} „ $1^1/_2$^{zm} „

Es gilt hier zwar ganz dasselbe, was bei den Plattsteinen eben gesagt wurde, allein die kleinen holländischen Pfannen sind besser und auch weniger schief und krumm, weshalb man sie ungeachtet ihres höheren Preises den größeren vorzieht, da die Dächer, damit eingedeckt, natürlich dichter werden. Eine Dachpfanne wiegt durchschnittlich 3^{k}.

3) Firststeine, Hohlziegel, welche auf die First- und Walmkanten der Dächer gelegt werden.

Dieselben sind 47^{zm} lang.

4) Es giebt zwar noch andere Arten von Dachsteinen, als die sogenannten italienischen, die sogenannten Nonnen und Mönche, welche

man noch auf alten Kirchendächern findet; da aber die ersteren bei uns gar nicht in Gebrauch sind, die letzteren aber wegen ihrer Schwere und mühsamen Anfertigung nicht mehr verwendet werden, so übergehen wir hier dieselben.

5) Steine zu Pflasterungen von gebrannter Erde, sogenannte Fliesensteine. Sie werden von jeder beliebigen Form und Größe angefertigt; die gewöhnlichen Sorten sind:

30 ^{zm}, 26 ^{zm}, 25 ^{zm}, 21 ^{zm} im □, 7 $^{1}/_{2}$ ^{zm} und 5 ^{zm} stark.

6) Werden noch von bestimmter Größe angefertigt:

Schlottsteine 23 ^{zm} lang, 9 ^{zm} breit, 6 $^{1}/_{2}$ ^{zm} dick.

Brunnenkesselsteine 27 ^{zm} lang, am breiten Ende 15 ^{zm}, am schmalen 10 ^{zm} breit, 7 $^{1}/_{2}$ ^{zm} dick.

7) Alle Arten künstlich geformter Steine zu Gewölben, Gesimsen, Fensterpfosten und Verzierungen können nicht in bestimmten Maaßen aufgeführt werden, da begreiflicher Weise die Form und Größe je nach dem Zweck verschieden ist. Jedoch ist hierbei auf das Folgende ganz besonders Rücksicht zu nehmen. Will man Steine von besonderer Form anfertigen, so müssen diese Steine, wenn sie gebrannt sind, auch gut zu dem Verbande der übrigen gewöhnlichen Mauerziegel passen. Die Formsteine müssen also ganz besonders einerlei oder die mehrfache Höhe der gewöhnlichen Steine incl. zugehöriger Fugen haben. Aber auch die Breite und Länge muß in den übrigen Mauerverband passen, was beim Anfertigen der Form ebenso sehr berücksichtigt werden muß, wie das Verhältniß, in welchem der Lehm beim Trocknen und Brennen schwindet. Da jeder eingearbeitete Ziegler das Schwindeverhältniß seiner Ziegelerde kennt, so liegt hierin keine große Schwierigkeit, nur muß dieses Verhältniß in Obacht genommen werden, und namentlich ist es bei dem Aufzeichnen der Form, welche der künftige Formstein haben soll, zu berücksichtigen.

§. 13. Die Ziegelöfen.

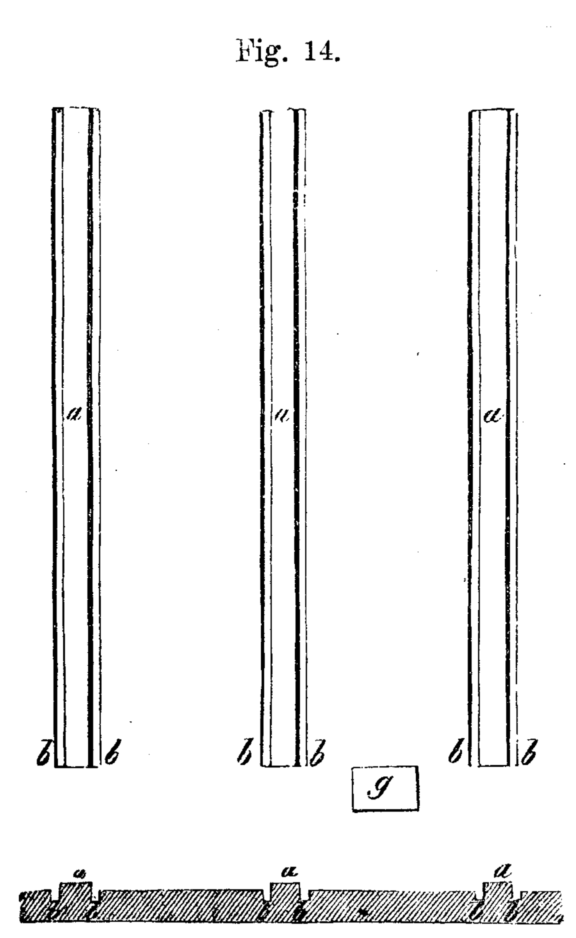
1) Das Brennen in den sogenannten Feldziegelöfen.

Im Allgemeinen sind die Feldziegelöfen nicht so gut, als die gemauerten und bedeckten, denn sie erfordern mehr Brennmaterial, die Steine werden nicht so gleichmäßig gebrannt als in geschlossenen, und es gehen wegen Regen und später angeführter Ursachen auch mehr Steine bei Feldbrand als bei Ofenbrand verloren.

Das Verfahren ist folgendes:

In der Nähe der Grube, in welcher man die Erde bearbeitet (anstatt der Sümpfe), wird ein Platz geebnet und in Bahnen (Trockenfelder) getheilt. Die Bahnen sind gewöhnlich jede 4—5^{m} breit und je nach der Menge Steine, welche man machen will, bis 15^{m} lang. Zwischen je 2 Bahnen befindet sich als Scheide eine Erhöhung oder Banquet (siehe Fig. 14 **a a a**) 1^{m} breit und 16^{zm} hoch, zu beiden Seiten mit kleinen Gräben zum Abflusse des Wassers (**b b b**). Für jeden Streichtisch (g) werden 5 Bahnen gerechnet. An einem solchen Streichtische können, bei 15^{m} Länge der Bahn, während der gewöhnlichen Arbeitszeit (Ende April bis Mitte September) 400,000 bis 500,000 Steine gefertigt werden.

Fig. 14.



Zu jedem Tische gehören 3 Formen, gewöhnlich 5 Menschen, wenn aber stark gearbeitet wird, 6 Menschen, und zwar:

Ein Mann zur Zubereitung der Erde, ein Träger, ein Aushelfer zur Disposition des Erdarbeiters und Trägers, ein Ziegelformer und ein bis zwei Abträger (Knaben von 12—14 Jahren).

Ein so besetzter Streichtisch liefert täglich bis 5000 Ziegel, welche in den Trockenbahnen ausgelegt werden.

Bei günstigem Sommerwetter bleiben die Ziegel gewöhnlich 24 Stunden auf der flachen Seite liegen, und werden nach Verlauf dieser Tage von den Knaben auf die hohe Kante gestellt. Am dritten Tage werden sie auf den Banquets zum Austrocknen 3 Lagen breit und gegen die Westseite 15, gegen die Morgenseite 16 Lagen hoch, auf die hohe Kante aufgestellt. Bei ungünstigem Wetter werden sie mit Strohmatten, gegen die Westseite abdachend, bedeckt.

Nachdem die auf den Trockenbahnen aufgestellten Steine gehörig

ausgetrocknet sind, fängt man an, den Ofen zu setzen, welches folgendermaßen geschieht.

Man sucht die höchste und trockenste Stelle für den Ziegelofen aus, ebnet sie und stampft den Erdboden fest, um das ungleichmäßige Einsinken der Ziegel zu verhindern.

Zuerst wird eine Lage Ziegel in der Ausdehnung, welche der Ofen bekommen soll, einer neben den andern auf die hohe Kante gestellt (Fig. 15 a). Man nimmt dazu gewöhnlich die auf der Ziegelei be-

Fig. 15.

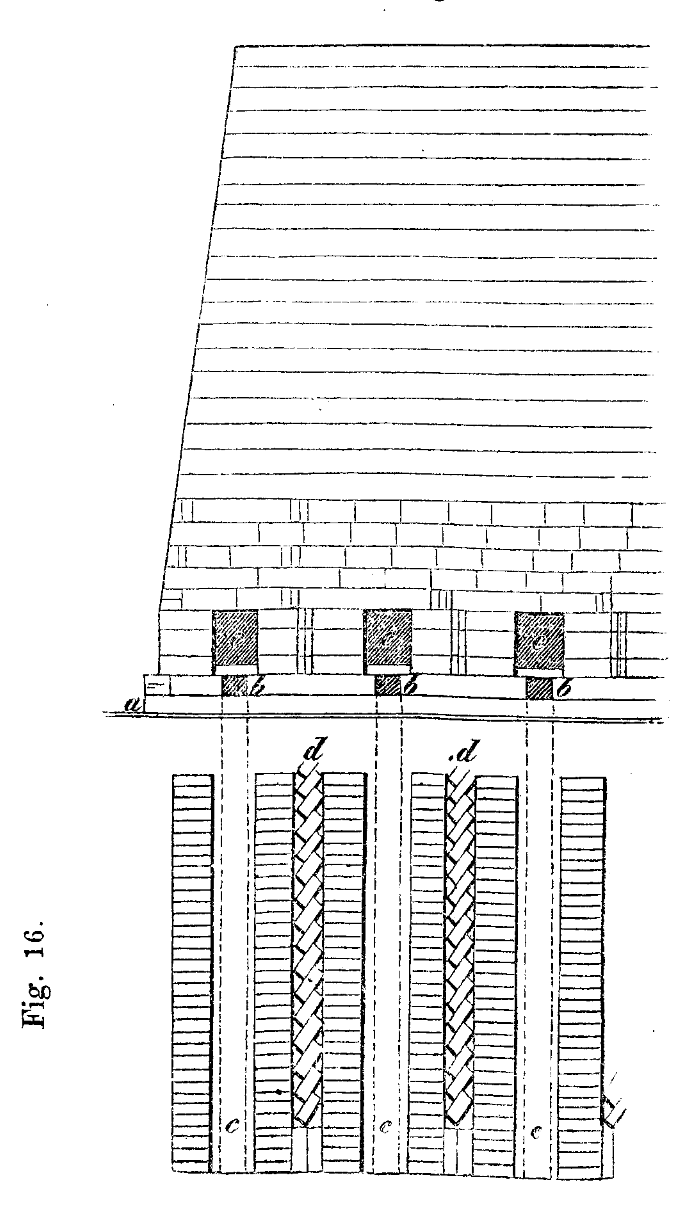


Fig. 16.

findlichen bleichen oder zerbrochenen Ziegel. Sind aber keine solchen vorhanden, so nimmt man getrocknete Lehmsteine.

Auf diese Lage kommen die Luftzüge (bb) unter den Schürlöchern (cc) so weit von einander entfernt, wie es Fig. 15 zeigt (etwa 1^{m} von Mitte zu Mitte). Diese Luftzüge b sind so hoch, wie ein Ziegel auf die hohe Kante gestellt, und so breit wie $^1/_2$ Ziegel. Sie werden mit flachliegenden Ziegeln dergestalt bedeckt, daß zwischen je zwei bedeckenden Ziegeln etwa $1^1/_2$—2^{zm} Raum zum Durchströmen der Luft bleibt, wodurch eine Art Rost gebildet wird. Auf dieser Lage werden die Schürlöcher 26^{zm} breit und, mit Einschluß des auf dem Luftzuge liegenden Decksteins, 3 Ziegel auf die Kante gestellt, hoch angelegt, und zwar in dem auf der Zeichnung angegebenen Verbande, welcher in der Höhe der Kanäle aufhört.

In die Schürlöcher wird zunächst Material zum leichten Anzünden gelegt und alsdann werden sie mit Steinkohlen, und zwar unten mit Stücken bis zu 5^{k}, darüber mit kleineren Kohlen gänzlich gefüllt. Jede Lage Ziegel zwischen den Schürlöchern wird, ehe man die folgenden aufsetzt, 1^{zm} hoch mit durchgesiebtem Kohlengries (feinem Kohlenabfall, der billig zu haben ist) beschüttet. Zwischen den in den Zwischenräumen (Fig. 16 d) schräg gestellten Ziegeln läßt man etwas weitere Fugen, welche mit kleinen Kohlen, von der Größe einer Haselnuß, ausgefüllt werden.

In Gegenden, wo man Torf hat, kann man denselben in ähnlicher Weise bei dem Brennen der Ziegel verwenden, wie hier von den Steinkohlen gesagt wurde, nur müssen die Schüröffnungen 2c. entsprechend größer angenommen werden. Die Ziegel werden nun über den Schürlöchern nach Fig. 17a und Fig. 17b weiter abwechselnd

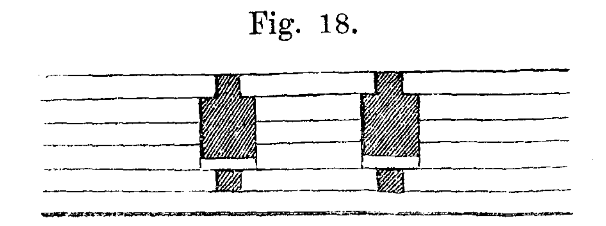
Fig. 17a.

Fig. 17b.

aufgepackt. Zwischen den Ziegellagen wird in der mittleren Höhe des Ofens der Kohlengries 1^{zm}, nach oben aber etwas stärker geschüttet.

Werden die Feldziegelöfen mit Holz geheizt, so fallen die Bänke sowohl als die Aschenlöcher und Roststeine fort, und der Ofen beginnt gleich unten mit den Schürlöchern auf der hochkantigen Schicht.

Fig. 18.



Einige machen die Schürlöcher höher als nach Fig. 15a, etwa wie Fig. 18. Nach der Erfahrung ist indessen dann der fünfte Theil der Kohlen mehr erforderlich, ohne daß die Ziegel besser werden.

Die Grundform eines Feldziegelofens ist gewöhnlich ein Quadrat, oder auch ein längliches Viereck; seine Höhe in der Regel nicht unter 36 und nicht über 30 Schichten. Man kann annehmen, daß in den kleinsten Feldziegelöfen 20,000 Stück und in den größten 450,000 Stück mit einem Male gebrannt werden. Die Erfahrung lehrt, daß die größeren Oefen die vortheilhafteren sind, indem weniger Ziegel dabei verloren gehen als bei den kleineren. Im Durchschnitt beträgt der Verlust 10 bis 12 Procent.

Einige Ziegler pflegen, um zu verhindern, daß die Ziegel zusammenbacken, welches bei zu starkem Feuer geschieht, wenn es vom Winde nach einer Seite hin getrieben wird, zwischen den Kohlenlagen feinen Sand dünn einzustreuen, welcher dann während des Brandes durch die offenen Fugen, mit der Kohlenasche vermischt, durchfällt.

Nachdem der Ofen gesetzt ist, werden die Wände außerhalb und die Decke mit Lehm beworfen und verschmiert. Sodann wird das Feuer in sämmtlichen Schürlöchern zugleich angezündet. Während des Brandes muß man darauf sehen, daß diejenige Seite, welche dem Winde und Schlagregen ausgesetzt ist, mit Strohmatten, welche an hölzerne Pfähle befestigt werden, geschützt werde, damit der Wind das Feuer nicht gegen eine Seite hin treibe und der Ofen ungleich ausbrenne. Bemerkt man, daß das Feuer an einzelnen Stellen oben auf dem Ofen durchbricht, so müssen diese Stellen sogleich mit Erde zugedeckt werden, damit es im Ofen immer nur gleichmäßig fortbrenne. Weichen etwa die Seitenwände des Ofens während des Brandes aus, was häufig geschieht, so müssen sie sogleich durch starke, schräg in die Erde gestemmte Streben gestützt werden.

Ein Ofen von 100,000 Ziegeln brennt gewöhnlich 14 Tage und einer von 400,000 Ziegeln 4 Wochen. Auf 100,000 Stück Ziegel werden, je nachdem die Kohlen gut sind, 18—20 vierspännige

Fuhren Gries und Kohle, worunter etwa 3000^{k} harte Kohlen sich befinden.

Bei einem mittelmäßig gerathenen Brande rechnet man zwei hartgebrannte gegen einen blassen Ziegel. Sind die Ziegel vorher gut ausgetrocknet und bei gutem Wetter in den Ofen gesetzt worden, so ist gewöhnlich der innere Theil bis auf die äußere Wand durchgehends gleichförmig ausgebrannt, und es finden sich darin wenig bleiche Ziegel, die übrigens für innere Holzwände und kleine Scheidemauern statt hartgebrannter verbraucht werden.

Der Preis der Steine richtet sich natürlich nach dem Arbeitslohn, der Grundentschädigung, den Kosten des Baumaterials und nach allen darauf einwirkenden Ursachen, ist also in allen Fällen anders, gewöhnlich aber bedeutend billiger, als der von sorgfältiger vorbereiteten und im geschlossenen Ofen gebrannten Ziegeln.

2) Das Brennen der Ziegel in feststehenden geschlossenen Oefen.

Diese Oefen können auf zweierlei Art eingerichtet werden. Entweder erhalten die Mauern, welche den Ofen einschließen, oben eine gewölbte Decke, oder sie bleiben oben offen.

Da die untere Einrichtung mit Ausnahme der gewölbten Decke für beide Arten dieselbe bleibt, so wenden wir uns zunächst der vorzüglicheren Art zu, nämlich zu den Ziegelöfen mit gewölbter Decke.

Die folgenden Figuren stellen einen Ofen für Torfbrand dar, der in Eldena in Betrieb ist. Es werden auf jeden Brand 40,000 Stück ganze Steine gerechnet, also etwa 44,000 Stück eingestellt.

Jeder Brand dauert, das Einkarren, das Brennen, Abkühlen und Auskarren eingerechnet, etwa 3 Wochen. Es werden also in den Monaten vom Mai bis Ende September 7 Brände gemacht. Bei günstigen Jahreszeiten sind schon 8 und 9 Brände gemacht worden.

Den Ofen umgiebt ein Bretterschuppen mit Steindach, um dem Winde zu wehren und das Brennmaterial trocken bei der Hand zu haben. Er ist als unwesentlich für die Einrichtung des Ofens hier fortgelassen.

Fig. 19 stellt den Grundriß, über den Rosten geschnitten vor. Fig. 20 den Längendurchschnitt. Fig. 21 den Querdurchschnitt. Fig. 22 die vordere Ansicht. In allen Figuren sind dieselben Buchstaben zur Bezeichnung derselben Gegenstände beibehalten.

Die Hauptform des Ofens wurde als längliches Viereck gewählt,

da diese Form sowohl für die Ausführung wohlfeiler und bequemer ist als die runde, und weil auch das Aufsetzen der zu brennenden Steine sich in dieser Form am bequemsten bewerkstelligen läßt. Durch die Schürlöcher (aa), welche mit eisernen Thüren geschlossen sind, wird das Feuer angemacht. Das Feuerungsmaterial brennt auf den Rosten (ccc), welche tiefer liegen als die Bänke (bbb). Auf die Bänke werden die Steine in der Art gesetzt, daß sie längs der Roste sogenannte Gassen bilden, in welchen das aufgehäufte Brennmaterial brennt. eee sind die Aschenlöcher. Die Schürlöcher sind mit doppelten Bogen überwölbt, damit, wenn die untere (1 Stein starke) Wöl-

Fig. 19.

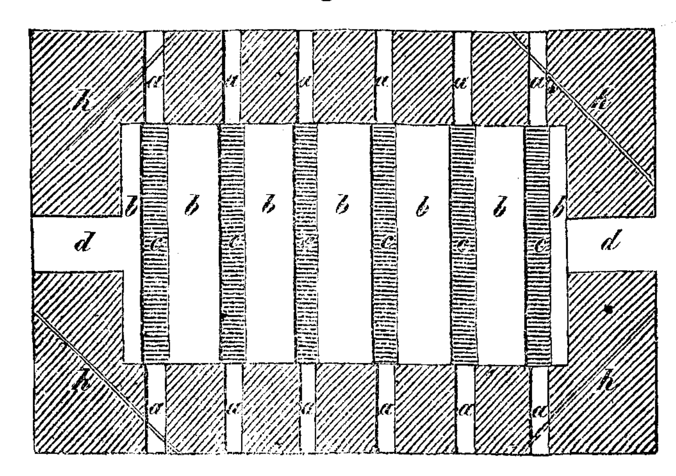


Fig. 20.

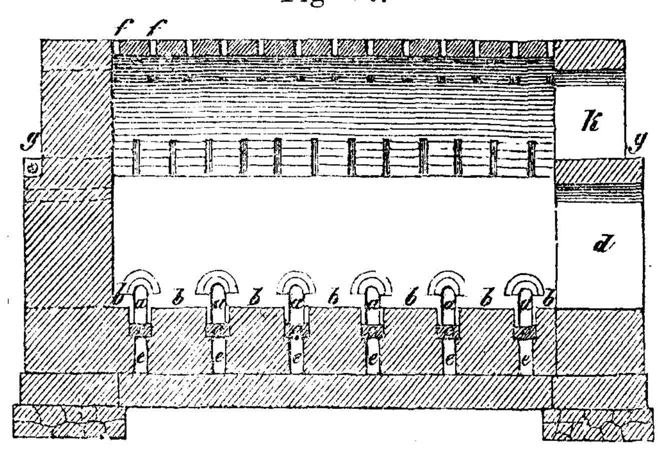


Fig. 21.

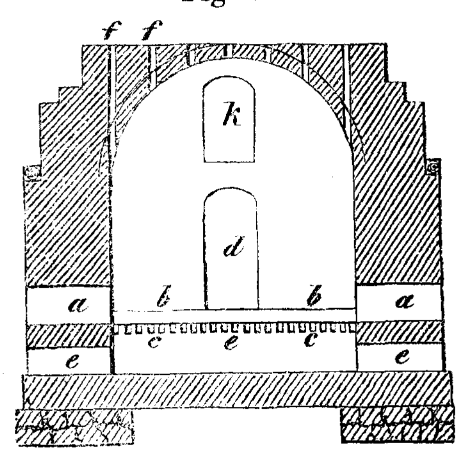


Fig. 22.

bung durchgebrannt ist, diese erneuert werden kann, ohne der Festigkeit der Mauer zu schaden. Das Aufsetzen der zu brennenden Lehm-

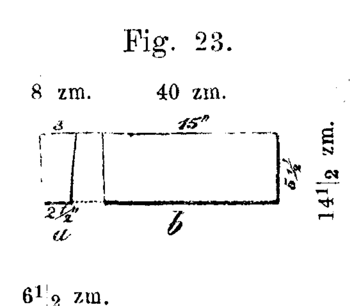
steine geschieht ganz ähnlich, wie wir es bei den Feldöfen gezeigt haben. Durch die Oeffnungen (dd) werden die Steine in den Ofen gekarrt. Die Luftzüge (ff) dienen dazu, den Rauch zu entfernen und die Hitze im Ofen zu reguliren. Sie müssen senkrecht in die Höhe geführt werden, damit man sie auf der oberen Decke des Ofens nach Belieben mit Steinen bedecken oder offen lassen kann, je nachdem man die Hitze zusammenhalten oder entweichen lassen will.

Die Hauptmaaße des Ofens gehen aus der Zeichnung hervor. Der Radius des Gewölbes ist 2^m, die unteren Mauern sind $1{,}57^m$, die oberen $1{,}25^m$ stark. Auf dem ersten Absatze des Ofens liegen vier hölzerne Anker (30 und 30^{zm}), welche dazu dienen, den Ofen gegen die Ausdehnung der Hitze von Innen zusammen zu halten. An ihren Endpunkten sind sie mit hölzernen Keilen zusammengetrieben. Zu demselben Zwecke der bessern Haltbarkeit der Ofenmauern liegen in den 4 Ecken des Mauerwerks die eisernen Anker (hhhh) mit 1^m langen Splinten außerhalb versehen. Diese Anker gehen zugleich mit durch die hölzerne Verankerung bei gg und liegen also mit dieser in gleicher Höhe.

Die Decke wird aus einem Gewölbe gebildet, welches an seinem Entstehungspunkte 2 Stein und im Scheitel $1^1/_2$ Stein stark ist. Die Seitenwände werden senkrecht mit Absätzen aufgemauert, theils um dem Steinfache des Gewölbes zu widerstehen, theils um oben eine wagerechte Decke zu erhalten, auf welcher man bequem herumgehen kann. Sind alle Steine in den Ofen gekarrt, so wird die Oeffnung bei d zugemauert. Es sind zwar zwei Oeffnungen belassen, allein eine davon wird in der Regel nur gebraucht; über d ist noch eine zweite Oeffnung bei k zu demselben Zwecke, welche während des Brandes ebenfalls zugesetzt wird.

Figur 23 a und b zeigt die Form der Roststeine; a von der schmalen, b von der langen Seite gesehen. Man hat sich zuweilen der eisernen begossenen oder auch der geschmiedeten Roste bedient, allein diese sind nicht blos theurer, als die von Stein, sondern schmelzen auch bald zusammen. Es ist demnach unter allen Umständen besser, sich der Roststeine zu bedienen, welche 40^{zm} lang, $14^1/_2{}^{zm}$ hoch, oben 8^{zm}, jedoch unten nur $6^1/_2{}^{zm}$ breit gemacht werden. Diese Roststeine werden hochkantig, mit Zwischenräumen von 2^{zm} Weite auf-

Fig. 23.



gesetzt, sie sind deshalb nach untenhin schmaler, damit die Asche besser durchfallen kann.

Will man in demselben Ofen nicht mit Steinkohlen oder Torf feuern, sondern mit Holz allein, so wird auf die Roststeine eine Schicht Lehmsteine flach in Lehm gelegt, um die Zwischenräume der Roststeine zuzudecken, da in diesem Falle sowohl die Roste als auch die Rostlöcher und Aschenfälle überflüssig sind. Wo man also einen Ofen nur auf Holzbrand einrichten will, fängt der Bau des Ofens bei den Bänken an. Das Aufmauern und das Wölben eines solchen Ziegelofens geschieht mit Lehmmörtel, da Kalkmörtel die Hitze gar nicht aushalten und aus einander fallen würde.

Der vorstehend beschriebene Ofen hat den Vorzug großer Einfachheit und findet man denselben mit wenig Abänderungen auf vielen größeren und kleineren Ziegeleien. So sind außer an andern Orten Schlesiens, namentlich bei Bunzlau, 4schürige Ziegelöfen dieser Art seit sehr langen Jahren für Torfbrand in Betrieb. Die Umfassungsmauern eines solchen Ofens sind dort 2,2^{m} stark und mit straffem Lehmmörtel aufgemauert. Die lichte Breite des Ofens beträgt 5,7^{m}; die Tiefe oder der Durchmesser des Gewölbes 4,25^{m} und die lichte Höhe über den Bänken 3,16^{m}. Die Oeffnungen d (Fig. 21) fangen erst 63^{zm} über den Bänken an, sind 1,3^{m} breit und 2,3^{m} hoch; Oeffnungen k sind nicht vorhanden. Die Aschenlöcher e (Fig. 20 und 21) sind 35^{zm} hoch. Die Breite der Schüren oder der 4 Roste c c beträgt 50^{zm}; die Schürlöcher a sind bei dieser Breite 52^{zm} hoch und liegen in einer Nische, die 1,3^{m} tief und 1,75^{m} hoch ist. Die beiden sogenannten Brennküchen, von denen aus die Heizung erfolgt, sind jede 4,7^{m} im Lichten tief und so lang wie die Widerlagsmauern des Ofens. Sie befinden sich mit dem Ofen unter einem Dach, haben 2 Seiteneingänge und in der langen Wand 4 größere, den Schüren gegenüberliegende Oeffnungen.

Auf den Ziegeleien der Herren Krause und Seymers zu Birkenwerder bei Berlin ist ein 8- und 12schüriger Ziegelofen für Holzbrand (also ohne Rost- und Aschenfall, im Uebrigen aber nach Art der eben besprochenen) in Betrieb; sonst werden gewöhnlich nur 3- bis 6schürige Ziegelöfen gebaut, deren Höhe bis 5,6^{m} beträgt, während die Spannweite 5,3^{m} nicht überschreitet. Zur größeren Sicherheit der Widerlagsmauern werden häufig noch Pfeilervorlagen in den Brennküchen angeordnet oder Strebebögen, welche die Breite der Brennküche, also etwa 4—5^{m} zum Radius haben und 2 Stein breit,

$1\frac{1}{2}$—2 Stein stark, im Viertelkreis gegen die Widerlagsmauern des Ofens gewölbt werden.

Ungeachtet der Stärke der Mauern bekommen diese gewöhnlich starke Risse, besonders während des Brandes; wenn die Heizung aufhört und der Ofen abkühlt, ziehen sich die Risse wieder zusammen. Meistentheils entstehen sie gleich nach dem ersten Gebrauche des Ofens, zuweilen später.

Aehnlich verhält es sich mit dem Gewölbe. Es kann gleich das erste Mal ganz zu Grunde geheizt werden. Doch kann man annehmen, daß, wenn gut mit dem Ofen umgegangen wird, ein solches Gewölbe erst nach 5 Jahren erneuert werden muß. Nichts desto weniger ist es im Ganzen kostenersparend, wenn man einen gewölbten Ofen anlegt, weil bedeutend an Feuerungsmaterial dabei gespart wird. Am Ende sollen die Ersparungsverhältnisse näher angegeben werden.

3) Das Brennen der Ziegel in gemauerten Ziegelöfen, welche oben nicht zugewölbt, sondern offen sind.

Die Einrichtung so wie die Behandlung derselben ist bis auf die Decke ganz so, wie wir eben bei den zugewölbten gesehen haben, aus der fehlenden Decke entsteht aber der Uebelstand, daß man nach Einkarrung der Lehmsteine obenauf eine Lehmschicht legen muß, wobei, wie bei den Feldöfen, die obere Steinschicht nach dem Brande größtentheils verloren ist, weil sie mit der aufgelegten Lehmschicht zusammenbäckt. Der Hauptnachtheil aber ist der Verbrauch von mehr Brennmaterial.

Der Verbrauch des Brennmaterials stellt sich bei den verschiedenen Ofenarten wie folgt:

1) wird der Ofen oben zugewölbt, so braucht man zu 1000 Stück Steine zu brennen an gutem kiefern Klobenholz . . . . $2\frac{1}{2}$ Kb^m^
2) wird ein Ofen gemauert aber oben nicht zugewölbt $3\frac{1}{2}$ Kb^m^
3) brennt man auf freiem Felde in einem Feldofen, wo jede Einwirkung der äußern Temperatur stärker ist, besonders die Abkühlung des Ofens bei naßkalter Witterung, so braucht man . . . . $4\frac{1}{2}$ Kb^m^

Von schlechtem Holze braucht man verhältnißmäßig mehr.

Auf 1 Kb^m^ gutes kiefern Klobenholz rechnet man bis 1000 Stück guten Torfes, woraus sich das Verhältniß des Torfverbrauches ergiebt.

Auf 1000 Steine mit Steinkohlen zu brennen, rechnet man $2\frac{1}{2}$ Kb^m^ Steinkohlen für einen Feldofen.

Im Allgemeinen verhält sich die Feuerungskraft des Torfes zur Steinkohle wie 1 : 13; d. h., man kann mit einem Kubikmeter Steinkohle so viel heizen als mit 13 Kubikmetern Torf.

§. 14. Die Casseler Flammziegelöfen.

Ehe wir die Anlage dieser Ziegelöfen erläutern, müssen wir den Anfänger auf die wichtigsten Theile einer Ferungsanlage überhaupt und insbesondere einer größeren Feuerungsanlage aufmerksam machen. Zu einer solchen, die viel Brennmaterial verbraucht, welches einem großen Geldwerth gleichkommt, gehört der Ziegelofen. Man ist daher stets bemüht gewesen, die Ziegelöfen zu verbessern, um an Brennmaterial zu sparen oder bei demselben Brennmaterialverbrauch bessere Ziegel zu erhalten, oder endlich so, daß man das billigste Brennmaterial mit Vortheil verwenden kann. Auf diese Weise ist man mehr und mehr von der Holzfeuerung zur Torf-, Braun- und Steinkohlenfeuerung übergegangen und hat dabei als den wichtigsten Theil jeder solchen Feuerungsanlage den Rost zu beachten, welchen man bei der Holzfeuerung (wiewohl oft mit Unrecht) ganz wegläßt. Jeder Rost hat zweierlei Bestimmung, einmal die, eine gewisse Menge Brennmaterial aufzunehmen und dann diejenige Luftmenge durchzulassen, welche das Brennmaterial zu einem lebhaften Brennen braucht. Der Rost muß also eine gewisse Größe haben und es muß zwischen den einzelnen Roststäben so viel Zwischenraum vorhanden sein, daß die zum Verbrennen nöthige Luftmenge durchströmen kann. Der zweit wichtigste Theil einer Feuerungsanlage ist der Schornstein; er bewirkt den Zug und ist so die eigentliche Maschine jeder Feuerung. Nämlich beim Brennen des Feuers entwickelt sich Rauch, der aus farblosen Gasen, aus unverbrannten Kohlen und Aschentheilen, welche jene Gase färben, und aus unverbrannter atmosphärischer Luft besteht. Dieser Rauch ist durch das Feuer erwärmt und daher leichter als die äußere atmosphärische Luft; in Folge dessen drückt die Luft den Rauch in die Höhe nach dem Bewegungsgesetz der Flüssigkeiten in communicirenden Röhren. Die eine Flüssigkeit ist die äußere atmosphärische Luft, die andere ist die leichtere Rauchsäule im Schornstein, und diese wird von der schwereren in die Höhe gepreßt (ähnlich wie ein Stück Kork, welches man ins Wasser eintaucht, nachdem man es losläßt, in die Höhe getrieben wird). In Folge dessen gelangt fortwährend frische Luft mit ziemlicher Geschwindigkeit zu dem Brennmaterial, und zwar ist diese Geschwindigkeit um so größer, je größer die Geschwindigkeit

des Rauches im Schornstein ist, und diese letztere ist außer von der Temperatur des Rauches wesentlich von der Weite und Höhe des Schornsteins abhängig. Es ist ferner bekannt, daß man ein Licht ausblasen und daß man es auch anblasen kann, ebenso wie man durch Anblasen ein Feuer anfachen oder zu lebhafterem Brennen bringen kann. Im ersteren Falle hatte man zu stark geblasen, zu viel kalte Luft zugeführt, also die Flamme zu sehr abgekühlt, und in Folge dessen verlöschte das Licht. Das Docht glimmt weiter, kann sich aber nicht entzünden, weil zu wenig Luft hinzutritt und kein hinreichender Schornstein da ist, um einen stärkeren Zug zu bewirken; im zweiten Falle hatte man gerade die hinreichende Menge Luft zugeführt. Man wird also erkennen, daß, wenn entweder Schornstein und Rost, oder Schornstein oder Rost schlecht sind, der Zug und das Verbrennen mangelhaft, daß es im entgegengesetzten Falle lebhaft sein werde und daß endlich drittens, wenn der Schornstein zu stark zöge oder die Zwischenweite zwischen den einzelnen Roststäben im Verhältniß zur Größe des Rostes zu groß wäre, also zu viel kalte Luft zuströmte, auch das Feuer zu stark abgekühlt werden würde. Dieser dritte Fall ist indessen bei der Anlage nicht so sehr zu fürchten, da man den zu starken Zug in einem hohen Schornstein durch einen Schieber leicht mäßigen kann und da eine etwas zu große Zwischenweite zwischen den Roststäben, sofern nur das Brennmaterial nicht unverbrannt durchfallt, weniger schädlich ist als eine zu kleine. (Ein Mehreres darüber findet man bei den Dampfkesselfeuerungen.)

Größere Schornsteine läßt man nach obenhin enger werden, weil die Schornsteinwände und der Rauch, je weiter sie sich vom Feuer entfernen, desto mehr abkühlen, und also der Rauch im oberen Theile des Schornsteins einen kleineren Raum einnimmt als unten. Da diese Abkühlung in den sehr interessanten Werken über Feuerungsanlagen von Peclet, d'Hürcourt (über Gasbeleuchtung, Paris 1845, S. 196—239), von der Rechnung ausgeschlossen worden ist, so ergiebt das Resultat, daß es für den besseren Zug eigentlich zweckmäßiger sei, den Schornstein oben weiter zu machen oder die hohen, sich nach oben verengenden Schornsteine ein Stück abzutragen; und auch in Deutschland giebt es Techniker, welche der ersteren Ansicht, die von einer bedeutenden und verdienstvollen Autorität herrührt, beistimmen, gleichzeitig aber wegen der von Herrn Peclet angedeuteten Schwierigkeit der Ausführung von sich nach oben erweiternden Schornsteinen, und wegen entgegengesetzter Praxis der meisten andern Techniker (Clegg) den Mittelweg einschlagen

und daher die Schornsteine im Innern lothrecht aufführen. Es versteht sich von selbst, daß das Resultat jeder Rechnung im Allgemeinen von den Factoren abhängig sein wird, welche man als maßgebend in die Rechnung eingeführt hatte, daß aber, wenn wegen Mangel an Versuchen 2c. nicht alle Factoren in Rechnung gezogen wurden, derselben auch nur das Verdienst bleibt, die Sache innerhalb der Grenzen jener Factoren (aber nicht allgemein) erledigt zu haben.

Das dritte Hauptglied einer Feuerungsanlage betrifft den Theil, welcher zwischen dem Rost und dem Schornstein liegt und welcher die Producte der Verbrennung vom Rost nach dem Schornstein führt. Die Anordnung dieses Theils ist abhängig von den Gegenständen, welche erhitzt werden sollen, ob dies Ziegel, Kalk, Oefen, Kessel, Kanäle 2c. sind, und sie ist davon abhängig, ob die Erhitzung stark oder mäßig, ob sie anhaltend oder vorübergehend ist, und bedingt danach, wenn die ganze Feuerungsanlage gut sein soll, die Größe des Rostes und des Schornsteins mit.

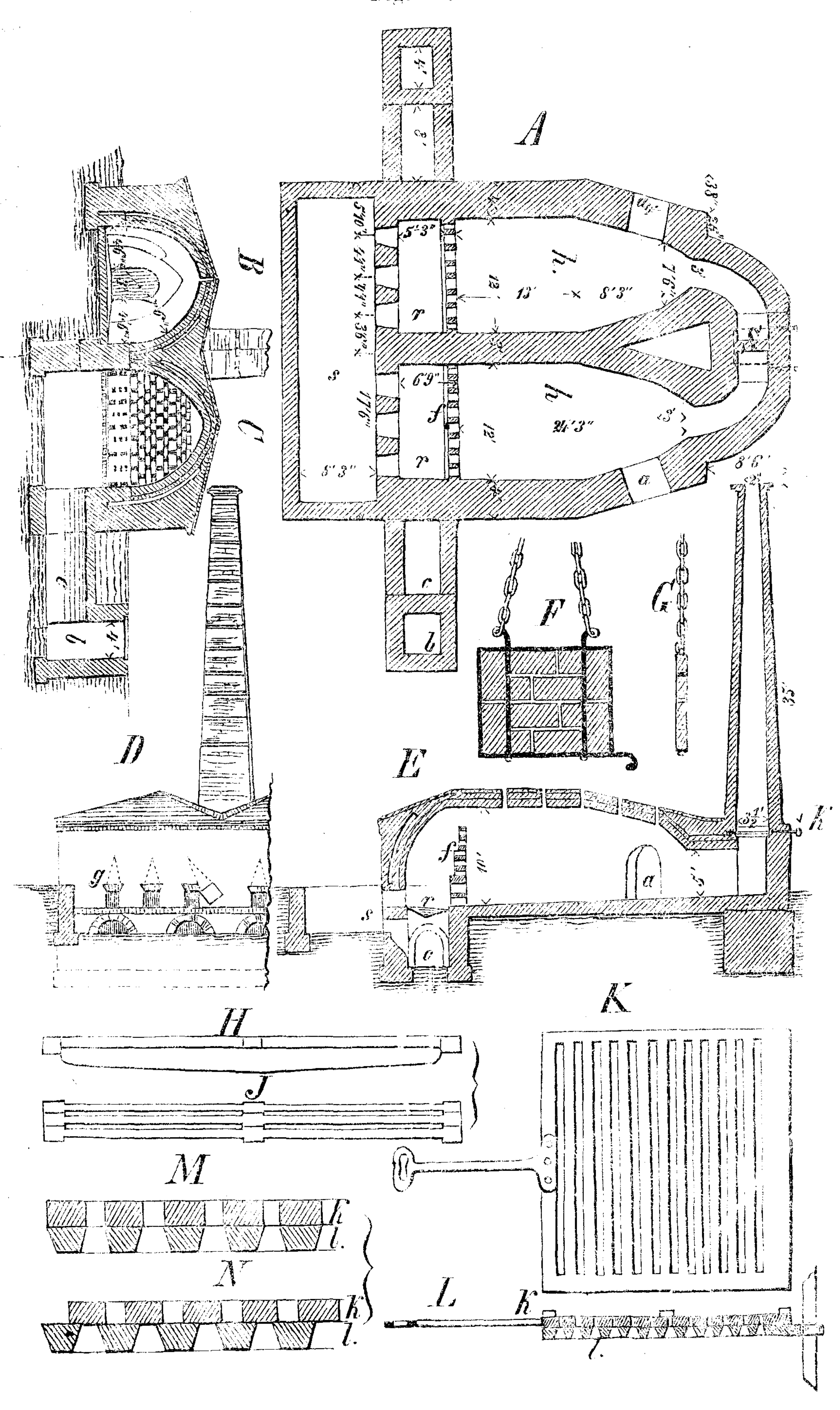
Die Größe der drei Haupttheile einer Feuerungsanlage, also die des Rostes, Schornsteins und der Leitung vom Rost nach dem Schornstein (Züge) werden bei den verschiedenen Feuerungsanlagen später besprochen werden. Im Allgemeinen bemerken wir noch, daß, wenn man die Züge einer Feuerungsanlage sehr lang macht, die Wärme mehr ausgenutzt, aber die Geschwindigkeit oder der Zug verlangsamt wird; daß man daher, wo man starken Zug zur Hervorbringung einer starken Hitze braucht, die Rauch- oder Feuerzüge kurz macht und möglichst gerade legt, wie dies bei Fig. 24 A zu sehen ist, wo die Länge vom Rost r bis zum Schornstein S nur etwa 11 m beträgt.

Nebenstehende Figuren stellen die Casseler Flammziegelöfen dar, die in der Berliner Zeitschrift für Bauwesen mitgetheilt, im Wesentlichen bereits an vielen Orten eingeführt worden sind, und eine weitere Verbreitung auch durch die Zeitschrift für Bauhandwerker, herausgegeben von F. L. Haarmann, erhalten haben.

Fig. A stellt den Grundriß, in die Höhe des Rostes r geschnitten, dar; Fig. B den Querschnitt des linken Ofens an der Stelle, wo der Heerd eingezogen wird; C den Querschnitt des rechten Ofens, durch den Rost r genommen; D den Durchschnitt durch den Schürraum s mit einem Theil der Vorderansicht; E den Längendurchschnitt; F die Vorder-, G die Seitenansicht einer Heizthür; H die Seitenansicht eines Roststabes; J die Oberansicht von 3 Roststäben.

Wie bereits angedeutet, liegen zwei solcher Ziegelöfen nebenein-

Fig. 24.



ander. Das Einkarren der Ziegel erfolgt durch die beiden Thüren a a, die Ziegel werden nach einer Art Stromschicht (in diagonaler Richtung auf dem Heerde h) eingesetzt. Der Brennstoff verbrennt auf beiden Rosten r r, vollständig durch die durchbrochene Feuerwand f f von den zu brennenden Ziegeln getrennt. Die Regulirung des Zuges erfolgt durch Zuführung eines kalten Luftstromes mittelst der Luftschächte b und der Canäle c und mittelst eines durch einen Schieber verschließbaren Schornsteins. Dadurch ist es möglich geworden, eine sehr kurze Brennzeit für den Ofenbrand und eine unbedeutende Ersparniß an Brennmaterial zu erzielen, sowie auch die Verwendung verschiedener Brennstoffe.

Jeder von den beiden Oefen in den auf der Zeichnung angegebenen Abmessungen faßt 16—17000 Steine und erfordert als Betriebszeit durchschnittlich $9^1/_2$ Tage und zwar zum Einkarren und Einsetzen 3 Arbeiter, jeder $1^1/_4$ Tag; zum Heizen, Brennen und Reguliren des Feuers, sowie zum Verschließen des Ofens während 3 Tagen und Nächten 4 Mann, zum Abkühlen je nach der Witterung $3^1/_2$—5 Tage und zum Auskarren 3 Mann, jeder 1 Tag; also während durchschnittlich $9^1/_2$ Tagen $18^3/_4$ Arbeitertage.

Ein Brand von 16—17000 Steinen in einem Ofen erfordert 42—45 Kb^m Steinkohlen und $3^1/_2$ Kb^m Holz; beim Betriebe mit Braunkohlen etwa 125 Kb^m Kohlen.

Der Rost r. Für den Steinkohlenbetrieb sind die Roststäbe $1{,}1^m$ im Lichten lang; für den Braunkohlenbetrieb $1{,}6^m$ lang. Der Rost ist nach hinten etwas geneigt.

Die durchbrochene Feuerwand f f vertritt eigentlich die Brücke bei geschlossenen Kesselfeuerungen; sie ist unten $1^1/_2$ Stein, dann 1 Stein und oben nur $^1/_2$ Stein stark, weil sie sich krumm zieht und bei größerer Stärke im oberen Theil herabstürzen würde.

Das ganze Mauerwerk ist aus scharfgebrannten Ziegeln in Lehmmörtel $1^1/_2$ Stein stark hergestellt und ebenso die Gewölbe, dann folgt eine 7—10^{zm} starke Isolirschicht und hierauf die äußere Umkleidung, welche theils aus Bruchsteinen, theils aus Ziegelmauerwerk besteht. Die Wölbung ist nach der Moller'schen Methode ausgeführt und besteht aus einem, einen Stein starken Gewölbe, über welches ein zweites, $^1/_2$ Stein starkes Gewölbe gelegt ist.

Die Schürlochthüren F G vor den beiden Rosten r r bestehen aus einem eisernen Rahmen, der mit Ziegeln auf die hohe Kante ausgemauert ist. Der Schornstein ist ohne Isolirschicht, welche wünschenswerth wäre. Der Heerd h steigt von der Feuermauer f bis zur

Schornsteinwange 47 zm. Jeder Ofen hat einen besonderen Schieber, über welchem sich die Rauchzüge zu einem gemeinschaftlichen Rohre vereinigen. Jeder Schieber besteht aus 2 Schiebern. Figur K stellt die obere Ansicht des oberen beweglichen Schiebers dar, dicht unter diesem Schieber befindet sich ein ganz ähnlicher fester Schieber. Je nach der Stellung des oberen Schiebers K kann man die Oeffnungen des unteren entweder gar nicht oder ganz oder theilweise schließen und so den Zug reguliren. Figur L zeigt den Querschnitt des geöffneten Schiebers, und zwar ist k der obere, l der untere festliegende Schieber. Figur M giebt ein Detail, wenn der Schieber geöffnet ist. Figur N zeigt einen Theil des geschlossenen Schiebers in größerem Maaßstabe.

Um das Brennen zu beobachten sind im Gewölbe kleine Oeffnungen, wie aus Figur B und E zu ersehen, die mit Ziegelkapseln zugesetzt werden; man kann dies auch durch Anbringung von verschließbaren Oeffnungen in der vermauerten Einsatzthür erreichen.

Man kann diese Oefen auch zum Kalkbrennen benutzen und auch dafür haben sich sehr günstige Resultate für die Brennmaterialersparniß herausgestellt.

Ob man diese Oefen aber, indem man den Rost etwas vergrößerte und die Brennzeit verlängerte, auch für guten Torf mit Vortheil würde anwenden können, darüber liegen keine Versuche oder Erfahrungen vor, obwohl man es vermuthen könnte.

Als interessant deuten wir noch einen Ziegelofen für hohle Mauersteine, der in Paris in Gebrauch ist, kurz an. Vergl. Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, 1865. Der Ofen besteht aus einem etwa 50 m langen Canal von 1 m und 1/2 Stein Stärke und wird durch Schienen zusammengehalten. Dieser Canal steigt etwa im Winkel von 10 Grad an, wird durch Mauerbögen unterstützt, hat in der Mitte der Länge 2 Feuerungen und am oberen Ende einen Schornstein. In dem Canal liegt eine Schienenbahn für kleine Wagen aus Gußeisen, auf welche 170 bis 200 hohle Mauersteine aufgeschichtet werden. Ein solcher Wagen wird am oberen Ende des Canals eingelassen und alle halbe Stunden so viel vorgerückt, daß wieder ein Wagen folgen kann. In der Mitte bei den Feuerungen ist die stärkste Hitze, wo die hohlen Ziegel gargebrannt werden, von da kühlen sie sich nach dem unteren Ende hin ab. Der Canal faßt 50 solcher Wagen, und es wird unten alle halbe Stunden ein Wagen herausgenommen und oben ein Wagen eingelassen. Die Wagen sollen sich gut halten, und die Brennmaterialersparniß ist bedeutend.

Ueber ringförmige (französische) Ziegelöfen sehe man Wiener Bauzeitung, Jahrgang 1857.

§. 15. Ringförmige Brennöfen mit immerwährendem Betriebe von Fr. Hoffmann.

Figur 26 stellt den Grundriß eines solchen Ofens, in der unteren Hälfte in der Höhe des Ofencanals, in der oberen Hälfte über demselben genommen, Figur 25 aber den zugehörigen Durchschnitt dar. Der ringförmige Ofencanal c kann durch einen Schieber x an 12 Stellen abgeschlossen werden, und hat dem entsprechend 12 Füchse d (Rauchüberführungen in den Schornstein), und 12 Luftzuführungen y.

Denkt man sich nun den Ofencanal durch den Schieber bei x geschlossen, und öffnet man die Luftzuführung rechts vom Schieber und den Fuchs links von demselben, so muß die eindringende Luft den von den Pfeilern bezeichneten Weg im ganzen Kreise herum machen. Bei dem immerwährenden Betriebe befinden sich im Ringe, zunächst der eindringenden Luft, fertig gebrannte Steine, welche abgekühlt werden, während sich die Luft dadurch erhitzt. In der Mitte des Weges befinden sich Steine im Brennen, indem das Brennmaterial in Grusform durch Trichter von oben hinabgeschüttet wird, und am Ende des Ringes werden frisch eingesetzte Ziegel durch den Rauch vorerwärmt. Natürlich bleiben immer einige Abtheilungen des Ringes außer Brand, um fertige Ziegel herauszunehmen und neue aufzustellen, so daß gewöhnlich nur etwa drei Viertheile des Ringes im Brande sind. Die Feuerung selbst rückt beim dauernden Gebrauch des Ofens allmählich im Kreise herum. Alles Uebrige ergiebt sich aus Fig. 25 und 26; **aa bb** sind Einfahrten und Abfuhrwege für die Steine rc., ee sind Rauchsammler, f ist eine Trockenscheune, die beliebig vergrößert werden kann, g stellt einen Krahn vor, der auf Schienen im Kreise des Ofens herumbewegt werden kann, um den Schieber x zu versetzen. Der Ofen kann außer für Ziegel zum Brennen von Kalk, Cement, Thonwaaren, Gyps rc. gebraucht werden. Das Nähere hierüber ist aus der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1860 zu ersehen.

§. 16. Kennzeichen der Güte gebrannter Steine (Ziegel).

Die Güte der Ziegel hängt hauptsächlich von der Wahl des Ziegelgutes und dessen gehöriger Bearbeitung und Durcheinanderarbeitung, so wie von dessen Reinheit und Gleichmäßigkeit ab.

Fig. 25.

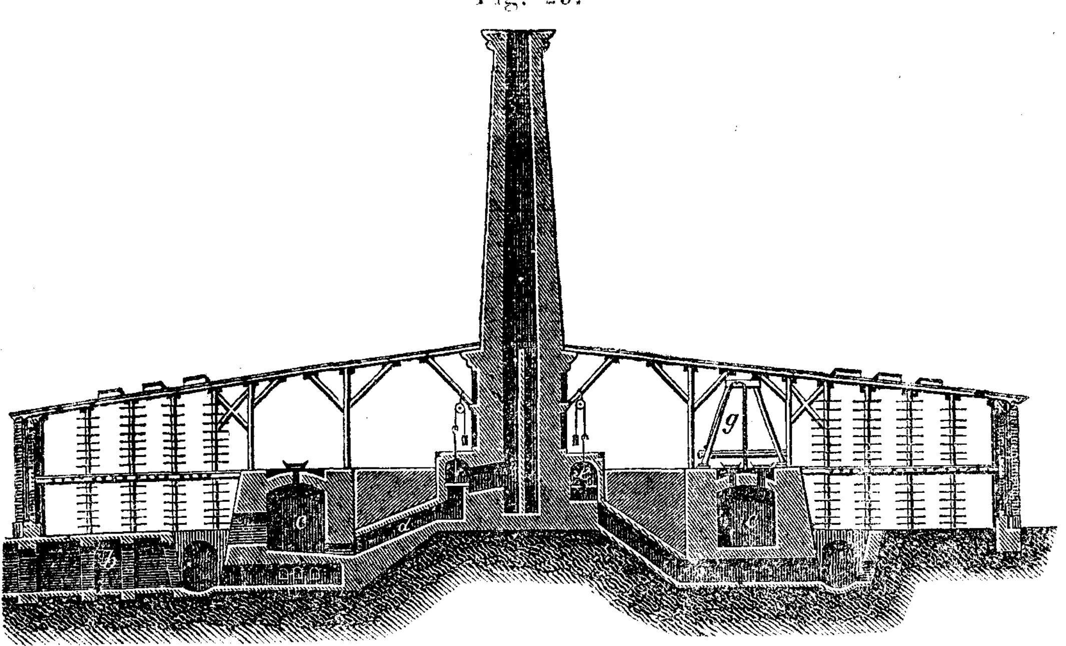
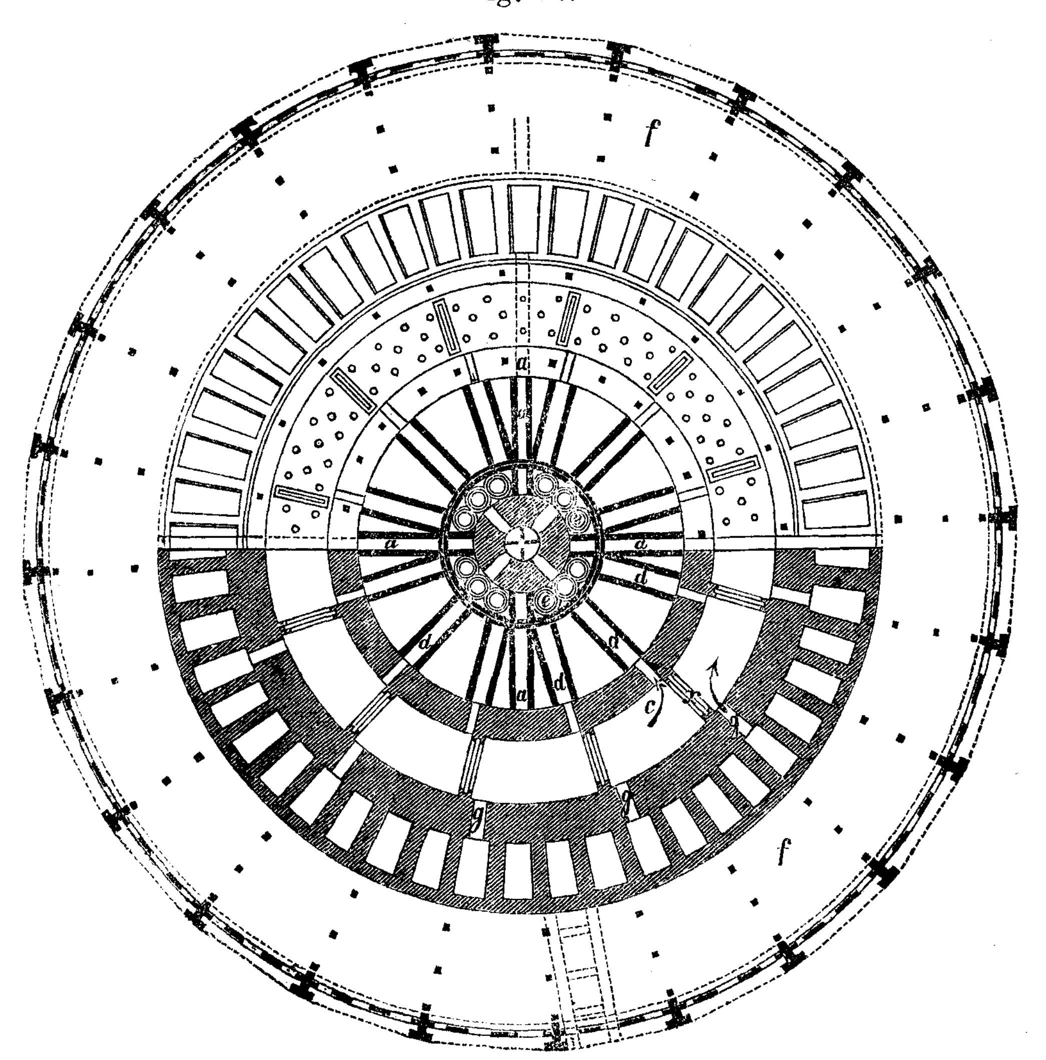


Fig. 26.



1) Ist das Ziegelgut zu mager, so giebt es mürbe Steine, welche leicht auseinanderfallen und bei der Anfuhr ꝛc. zerbrechen.

2) Ist das Ziegelgut zu fett, so reißen die Ziegel bei dem Trocknen und im Brande entstehen rissige und zersprungene Steine.

3) Die Farbe ist ganz gleichgültig für die Güte der Steine, denn man hat von allen Farben sehr gute und sehr schlechte Steine, vom dunklen Violett bis zum hellsten Gelb. Ist diese Masse sehr thonhaltig, so werden die Steine hellgelb ins Röthliche spielend; ist die Masse mehr lehmig, so werden sie meistens röther, je mehr Eisentheile der Lehm enthält. Außer diesen Fällen giebt es noch bei jedem Ziegelbrande mindestens dreierlei Farbensorten. Denn die am meisten dem Feuer ausgesetzten Steine erhalten eine verglaste sehr dunkle Farbe und sind meist rissig, die hartgebrannten sind nicht verglast und etwas heller, aber immer noch dunkelfarbig (gelbroth oder braunroth, je nachdem die Masse war), die mittelgebrannten sind heller, und die schlechtgebrannten am hellsten. Hiervon mag es wohl kommen, daß Viele auch die besten hellfarbigen Steine (wie die holländischen Klinker) für schlecht halten. Ferner wird ein und dasselbe Ziegelgut im Ganzen bei Torfbrand eine hellere Farbe annehmen als bei Holzbrand, und man kann nun sehr leicht ersehen, wie die Farbe der Steine zur Beurtheilung ihrer Güte gar nichts beiträgt. Im Allgemeinen prüft man die Ziegel auf ihr äußeres Ansehen, auf ihren Klang und auf ihren Bruch.

4) Das Aeußere der Steine giebt folgende Kennzeichen für die Güte derselben. Sie müssen gerade, scharfkantig, nicht brüchig, nicht rissig und hart sein.

Wenn man den Stein in die eine Hand nimmt und mit einem Finger der andern Hand daran klopft, muß der gut gebrannte Stein einen hellen Klang geben. Ist der Klang dumpf, so ist der Stein schlecht gebrannt. Wenn man einen Ziegel auf einen Haufen anderer Ziegel wirft, geht der gut gebrannte Stein nicht entzwei, sondern verliert höchstens die scharfen Kanten.

Man muß nirgends gebrannte Kalkstückchen am Steine entdecken, weil man alsdann mit Sicherheit annehmen kann, daß die Masse überhaupt Kalktheile enthält und folglich die Steine wenig taugen, weil sie, naß geworden, ganz oder theilweise springen. Die Kalktheile lassen sich sehr leicht durch ihre weiße Farbe (wie Kreide) erkennen. Wenn man mit dem Fingernagel daran kratzt, schabt sich der Kalk wie Kreide ab.

Ist Mergelkalk in der Steinmasse, so erscheinen kleine weiße Punkte auf dem Steine, und dann braucht man die Steine nur in das Wasser zu stecken, um zu sehen, ob sie Mergel enthalten. Denn wenn der Stein das Wasser eingesogen hat, wird er durch die Ablöschung des in ihm enthaltenen gebrannten Mergelkalkes theilweise oder ganz auseinander fallen, und solche Steine sind nicht zu brauchen. Ueberhaupt ist Kalk das Uebelste, was in einem Ziegel enthalten sein kann, und man muß sich sehr hüten, dergleichen Steine zu kaufen. Das sicherste ist, solche Steine auf den Ziegeleien zu kaufen, welche den Winter über im Freien sich tadellos erhalten haben. Alsdann ist man gewiß versichert, daß sie weder mürbe noch schlecht gebrannt sind. Es befindet sich häufig in den Steinen kleinere oder größere Stückchen Quarz, welche auf den ersten Anblick wie Kalksteinchen aussehen, kratzt man aber daran, so bleiben sie unverändert, wodurch man erkennt, daß es kein Kalk ist. Dergleichen kleine Steine müßten zwar auch nicht in den Ziegeln vorkommen, allein sie sind wenigstens nicht verderblich, wie der Kalk.

5) Das Innere der Steine, wenn man mehrere derselben zerbricht, giebt folgende Kennzeichen von der Güte der Ziegel. Die Masse muß gleichmäßig sein; je feiner und gleichmäßiger dieselbe im Bruche erscheint, und je größer die Kraft ist, welche man zu dem Zerbrechen des Steines verwenden muß, um so besser ist der Stein. Kalktheile und Kalksteinchen dürfen im Innern eben so wenig enthalten sein, als auf der Oberfläche, und aus denselben Gründen.

Der Stein muß ferner willig jede Form annehmen, welche man ihm durch das Behauen mit dem Maurerhammer geben will, bröckelt er oder bricht er ungleichmäßig, so ist der Stein schlecht.

Nehmen Ziegel, wenn sie längere Zeit ins Wasser getaucht wurden, wenig an Gewicht zu, so ist dies ein Zeichen für die Güte der Steine, weil alsdann ihr Gefüge dicht ist. Taucht man Ziegel mehrmals ins Wasser und zeigt sich nach dem Trockenwerden kein Beschlag an der Oberfläche, so erkennt man daraus, daß sie nicht leicht auflösliche Salze enthalten und daher auch nicht zum Mauerfraß geneigt sind. Durch den ersteren der beiden zuletzt angegebenen Versuche, welchen man auch für andere Materialien, als Sandsteine und Platten aus Cement anstellt, beurtheilt man gewöhnlich, ob das Material, wenn es der Nässe ausgesetzt ist, im Winter zerfrieren könne; denn bekanntlich nimmt gefrorenes (krystallisirtes) Wasser oder Eis beim Aufthauen einen größeren Raum ein, als flüssiges Wasser, und demnach würde

ein Ziegel oder ein Stein, dessen Oberfläche sehr durchlöchert ist, durch Frost gesprengt werden oder abblättern. Um dies zu erkennen sieht man zunächst zu, wie viel ein Stein, der sich im Nassen und im Frost gut gehalten hat, durch Eintauchen in Wasser an Gewicht zunimmt; gewöhnlich beträgt diese Menge nicht über 15 Procent. Dann nimmt man ein eben so großes Stück von der Steinart, die man auf ihr Verhalten gegen Nässe und Frost prüfen will, taucht es ebenfalls längere Zeit ins Wasser, nimmt es dann heraus, bringt es auf die Wage und sieht ebenfalls zu, um wie viel es schwerer geworden ist. Hatten beide Steinproben ein gleiches Gewicht Wasser eingesaugt, dann nimmt man an, daß sie beide dem Frost gleich gut widerstehen und daß im andern Falle der Stein der bessere ist, welcher das wenigste Wasser eingesaugt hatte.

Ein anderes Verfahren, welches darin besteht, daß man das zu prüfende Steinstück in einer gesättigten Lösung von Glaubersalz eine halbe Stunde kochen, es dann in einem dunklen Raume trocknen läßt, wobei das festwerdende (krystallisirende) Glaubersalz sich ebenso, wie das gefrorne (krystallisirende) Wasser ausdehnt, und wenn der Stein sehr porös war, Theilchen davon losreißt, findet man in technischen und technologischen Journalen ausführlicher beschrieben.

6) Die Dachziegel folgen hinsichtlich ihrer Güte ganz denselben Bedingungen wie die Mauerziegel, nur müssen sie bei ersteren noch schärfer beobachtet werden. Krummgebrannte oder schiefgebrannte Dachsteine geben ein schlechtes, undichtes Dach, sind also nicht zu brauchen. Dachziegel, worin Mergel- oder Kalktheile sind, kann man noch weniger gebrauchen, als solche Mauersteine.

Die scharfgebrannte Oberfläche der Dachsteine muß unversehrt sein, sind davon viele Stückchen abgesprungen, so zerfällt der Stein bald im Froste, weil das Wasser und die Schneefeuchtigkeit in den Stein durch die schadhaften Stellen einzieht.

Die Dicke der Dachziegel trägt nichts zu ihrer Festigkeit bei; je feiner und gleichmäßiger die Masse war, um so dünner können die Dachsteine sein, weshalb man sie auch häufig preßt. Sind die Dachsteine von einer löchrigen Oberfläche und sehr sandig, so taugen sie nichts, weil sie leicht zerfrieren.

Man muß bei dem Einkauf darauf sehen, daß man Steine von einerlei Sorte und Maaß erhält, weil bei verschiedenen Längen und Dicken das Dach nicht so dicht wird.

7) Das Sortiren der Steine bei einem Bau ist mit eine Haupt-

sache für das Gelingen eines guten Mauerwerkes. Wir haben in dem Vorhergehenden bereits gesehen, daß bei jedem Ziegelbrande Steine von verschiedener Güte erscheinen. Diese muß man sorgfältig aussuchen und für die verschiedenen Zwecke allein stellen.

a) Die im Brande am schärfsten gebrannten, auf der Oberfläche verglasten Steine eignen sich, wenn sie sonst nicht zu krumm oder rissig sind, für solches Mauerwerk, welches von der Nässe viel zu leiden hat, wie Kellermauern, Plynthen der Gebäude, Pflasterungen an feuchten Orten, Abdeckung von Terrassen, Hauptgesimsen, Attiken 2c. Es muß nur noch hierbei bemerkt werden, daß gewöhnlicher Kalkmörtel sich mit diesen verglasten Steinen schlecht verbindet, weil das Wasser nur wenig einziehen kann, und daß man solche Steine, wenn sie ein gutes Mauerwerk geben sollen, mit schnelltrocknendem (hydraulischem) Mörtel vermauern muß.

b) Die scharfgebrannten Steine sind die besten und nutzbarsten von allen Sorten. Man braucht sie zu allen äußeren Mauerflächen, auch wenn sie ohne Bewurf der Witterung widerstehen sollen, ferner wegen ihrer Festigkeit zu allen Wölbungen, zu Pflasterungen, die von der Nässe nicht zu leiden haben, und gewöhnlich auch zu allen Feuerungsanlagen.

c) Die schwächer und schwach gebrannten Steine kann man nur zu inneren Mauern verwenden, und auch nur da, wo sie weder Nässe, wie bei Kellern und Erdgeschossen, noch starken Druck, wie bei Wölbungen, auszuhalten haben.

d) Die Dachsteine können auch sortirt werden. Alle krumme, windschiefe, rissige muß man wegwerfen. Es giebt auch hier schärfer und schwächer gebrannte. Deckt man ein Dach in doppelter Lage mit sogenannten Biberschwänzen, so kann man die schwächer gebrannten für die untere, am meisten geschützte Schicht nehmen. Im Allgemeinen aber müssen Dachsteine immer vorzüglich gut gebrannt sein, da sie allem Wetter und dem Schnee ausgesetzt sind.

Außergewöhnlich gebrannte Steine.

Hierzu gehören:

e) Die sogenannten glasirten Steine. Sie zeichnen sich von den gewöhnlichen Ziegeln dadurch aus, daß man sie auf den Flächen, welche im Mauerwerk nach Außen gekehrt sind, mit einem flüssigen Ueberzuge versieht, wodurch sie im Brande mit einer Glasur überzogen werden. Hierdurch erhalten sie nicht nur eine größere Dauer gegen die Witterung, da die Glätte und die Undurchdringlichkeit der

Glasur sie gegen Regen und Lufteinflüsse mehr schützt, sondern sie können auch vermittelst der Glasur verschiedenartig gefärbt werden, so daß man dadurch in den Stand gesetzt wird, dem Mauerwerk eine beliebige farbige Abwechslung zu geben. Die gewöhnlichen Farben sind: schwarz, dunkelblau, dunkelgrün und gelb.

Schon im frühesten Alterthum bediente man sich der glasirten Ziegel zur Verschönerung und Abwechslung des Mauerwerkes, und bis in die neueste Zeit hat man diese Erfindung zu demselben Zweck immer angewendet, Wir haben in Deutschland dafür sehr schöne Muster an den aus Ziegeln erbauten Kirchen der vergangenen Jahrhunderte, wo häufig glasirte Ziegelschichten mit den gewöhnlichen Ziegeln wechseln, und wodurch eine angenehme Theilung des Mauerwerks für das Auge, wie auch ein schönes Farbenspiel hervorgebracht wird. Auch die Dachziegel hat man häufig mit einer Glasur überzogen, theils um ihnen mehr Haltbarkeit zu geben, oft aber auch, um in den großen, gleichförmigen Dachflächen durch Einmischung glasirter Steine musterförmige Figuren zu bilden. Wir sehen das Verfahren noch an mehreren alten Kirchendächern, wo durch Reparaturen noch nicht die ganze Zeichnung zerstört ist.

Die Glasuren werden auf die trockenen Lehmsteine aufgetragen, ehe sie gebrannt werden, bei dem Brennen zerfließt die Glasur und dringt in die Oberfläche des Steines ein, mit welcher sie sich auf das Innigste vereinigt. Es giebt aber auch Glasuren, welche auf schon fertig gebrannte Ziegel aufgetragen werden, die man also zum zweitenmale brennen muß, um die Glasur zu befestigen, wie es die Töpfer mit den Kacheln machen.

Da die Glasuren aus ziemlich theuren Bestandtheilen zusammengesetzt sind, so pflegt man nur diejenige Seite drr Ziegel zu glasiren, welche im Mauerwerk nach außen zu stehen kommt.

Das Verhältniß des Preises glasirter Steine gegen gewöhnliche Ziegel ist so, daß die glasirten etwa doppelt so theuer sind, als die gewöhnlichen. Wollte man alle Seiten der Steine glasiren, so wäre dies, abgesehen von dem hohen Preise, auch insofern nicht gut, da glasirte Steine den Kalkmörtel nicht einsaugen, und folglich kein so festes Mauerwerk liefern würden, als die unglasirten Flächen.

Beabsichtigt man blos einige schwarze Ziegelschichten einzulegen (etwa bei Schornsteinköpfen), oder die Oberfläche der Ziegel mehr zu schützen, wenn sie frei gegen die Luft liegen sollen (wie Ober- oder Deckglieder der Gesimse), so erwärmt man die Ziegel und steckt sie

mit der zu färbenden oder zu schützenden Fläche in heißen Steinkohlentheer, oder man bestreicht die warmen Ziegel mit heißem Theer, wodurch ebenfalls ihre Dauer verlängert wird. Häufig geschieht dies, namentlich für Dachziegel, auf der Ziegelei, sobald die warmen Ziegel aus dem Ofen kommen.

f) Die Chamotteziegel oder Charmotteziegel. Sie werden ebenso groß wie die gewöhnlichen Ziegel gefertigt und wegen ihrer Feuerbeständigkeit bei vielen größeren Feuerungsanlagen verwendet, wo gewöhnliche Steine schmelzen würden. In den Porzellanfabriken brennt man das Porzellan, um es gegen die Flugasche zu schützen, in Gefäßen, die man Kapseln nennt und die aus drei Theilen verpulvertem, schon gebranntem Porzellanthon und aus zwei Theilen frischer Porzellanerde bestehen. Die Kapseln halten durchschnittlich zwei bis drei Gebrände aus und werden dann zur Anfertigung von neuen Kapseln und Chamottesteinen benutzt.

Dazu werden die gebrauchten Kapseln zu Mehl zermahlen, welches man eben Chamottemehl nennt. Das feinere wird wieder zu Kapseln verbraucht, das gröbere, nach obigem Verhältniß mit Porzellanerde vermischt, zu den Chamottesteinen verbraucht. Das Verfahren ist hierbei ganz dasselbe, wie wir es bei den gewöhnlichen Ziegeln kennen gelernt haben. Die Chamottesteine sind weißlich- oder gelblichgrau, leichter als die gewöhnlichen Steine und sind namentlich zu größeren Feuerungsanlagen zu verbrauchen, da sie eine viel stärkere Hitze vertragen können, als andere Ziegel. Der Preis dieser Steine ist etwa 4mal so hoch, als der gewöhnlicher Mauersteine. Zum Vermauern der Chamottesteine darf man natürlich nur Chamottemörtel gebrauchen, den man aus Chamottemasse wie Lehmmörtel anmacht.

Auch verwendet man das Chamottemehl zur Bereitung eines wasserdichten Mörtels, indem man es dem Kalke anstatt des Sandes beimischt.

g) Leichte Steine werden erhalten, indem man zu dem Ziegelgut vegetabilische Stoffe setzt, welche durch das Brennen zerstört werden. Zu Gewölben namentlich ist es wünschenswerth, leichtere Steine zu verwenden, als die gewöhnlichen sind, da der Seitenschub gegen die Widerlager um so geringer ist, je geringer die Last des Gewölbes gemacht wird. Aus diesem Grunde hat man schon zu den Römerzeiten leichte Steine zu großen Wölbungen verwendet.

Bei dem Bau der Kuppel des Berliner Museums wurden leichte Steine aus einer Mischung von Thon und Holzkohle gebrannt. Beim

Brennen der Steine bildet die Thonmasse gleichsam die Hülse der vom Feuer zerstörten Kohle.

Auch fertigt man seit einiger Zeit eben solche Steine an, bei denen man anstatt der Holzkohle Braunkohle nimmt, besonders dürfte die Braunkohle, feucht aus der Grube genommen und mit Thon vermischt, sich am besten eignen, da sie sich im trocknen Zustande sehr schwer zerkleinern läßt.

Die leichten Steine bei der Kuppel des Berliner Museums erhielt man durch eine Mischung von 1 Theil gestoßener und durchsiebter Holzkohle und 2 Theilen Ziegelthon. Nach dem Brennen waren die Holzkohlen von der Hitze verzehrt und die Steine halb so schwer als gewöhnliche; bis zur halben Kuppelhöhe hat man gewöhnliche Backsteine verbraucht, den oberen Theil mauerte man mit diesen leichten Steinen.

Ferner bereitet man leichte Steine dadurch, daß man der Ziegelmasse Sägespäne beimischt. Im Brande verkohlen diese Späne, wodurch der Ziegel leichter wird. Es kann dies Verfahren aber nur bei fettem Ziegelgute angewendet werden, weil magerer Lehm durch die Beimischung von Sägespänen noch magerer werden würde. Auch verkohlen die Sägespäne in der Mitte derjenigen Steine, welche der Gluth weniger ausgesetzt waren, nicht vollkommen, weshalb demnach ein ungleiches Gewicht der Steine entsteht. Es ist daher besser, wenn man leichte Steine machen will, anstatt der Sägespäne lieber gleich grobgestoßene Holzkohlen beizumischen, und sie aldann wie gewöhnlich zu brennen.

Bei der Werderschen Kirche zu Berlin wurden zu den Kappen der Kreuzgewölbe dergleichen leichte Steine von 2^k Schwere verwendet.

Wie viel Kohle und wie viel sehr gut geschlemmten Thon man nehmen muß, hängt von der Schwere des Thones und der Kohle ab, daher muß man von jedem Theile so viel nehmen, bis der Ziegel nur 2^k schwer wird und haltbar bleibt (ein Ziegel von gewöhnlicher Art wiegt $3^1/_2{}^k$. Zur Verbindung nimmt man Kalk, noch besser Gipsmörtel. Die Größe der Ziegel richtet sich nach dem Zwecke, welchen sie zu erfüllen haben. Im Aeußern verbraucht man sie nicht, da sie theuer sind und vom Froste leiden würden.

Auch die Schlacken, welche man aus den Metallgüssen gewinnt, können als leichte Bausteine betrachtet werden, und sind zu mancherlei Zwecken, als zu Gußwerk bei Gewölben (wie später gezeigt werden

wird), zur Ausfüllung von Zwischenräumen, zu Ausmauerung von Fachwerk ꝛc. brauchbar, da sie sich mit Kalkmörtel sehr gut verbinden.

Zu Mehl zerstoßen kann dieses Pulver (wie das der Chamottesteine) anstatt des Sandes dem Kalkmörtel zugesetzt, und daraus ein sehr fester Mörtel bereitet werden.

Eine andere Art der leichten Steine sind:

h) die hohlen Mauersteine. Sie erlangten durch das Musterhaus für Arbeiterfamilien, welches im Jahre 1851 zu der großen Industrie-Ausstellung in London aus hohlen Steinen erbaut wurde, eine größere Beachtung. Die in England patentirte Form der hohlen Steine scheint indeß auf dem Festland nicht Eingang gefunden zu haben, sondern man fertigte, wenigstens in Pommern, die hohlen Ziegel in der Größe der gewöhnlichen Ziegel oder seltener eben so hoch als breit, also doppelt so hoch als die gewöhnlichen Ziegel. Die Preßvorrichtungen dazu sind ähnlich wie für die Drainröhren. Die Figur 27 stellt zwei Formen von hohlen Steinen vor. Eine Kahnladung solcher Steine langte etwa im Mai 1856 in Stettin an, und überraschend war die geringe Wandstärke der Ziegel, welche nur 1/2 bis 1^zm betrug; aber ebenso überraschend war es zu sehen, daß die eine Art Steine zu einem Bogen von etwa 2 1/2^m Spannweite verwandt wurde, der bei etwa 31^zm Pfeilhöhe die Widerlager an einer Fachwand erhielt. Jedenfalls war Portland-Cement als Mörtel für diesen Bogen angewandt und so haben wir hier ein interessantes Beispiel, einmal für die Leichtigkeit der Steine und andererseits für die Bindekraft eines guten Cements, welcher diese Ziegel so verband, daß aller Seitenschub aufhörte (denn sonst würde eine fünfzöllige Fachwand nicht widerstanden haben) und nur der senkrechte Druck, herrührend von der Schwere des Bogens, übrig blieb.

Fig. 27.

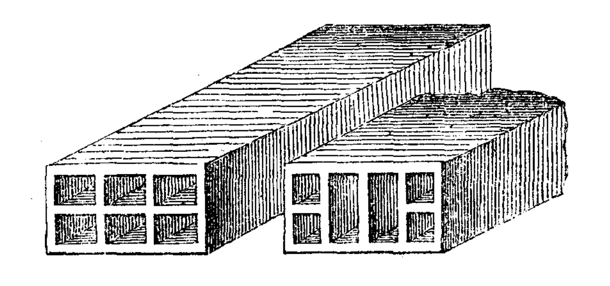
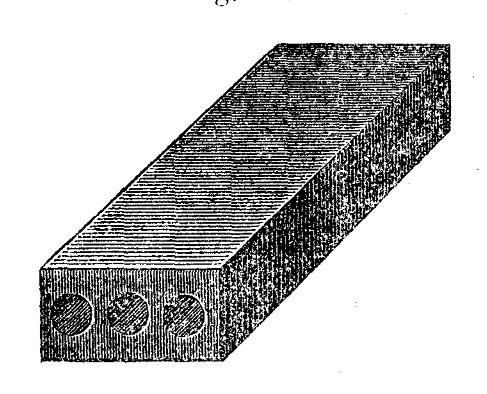


Fig. 28.



Ein Fehler der in Fig. 28 dargestellten Hohlziegel ist die geringere

Haltbarkeit gegen das Zerdrücken. Man hat in Folge dessen in neuerer Zeit mit bestem Erfolge Ziegel von der in Fig. 28 dargestellten Form fabricirt und verwandt. Für gewöhnliche Mauern sind die Wände (Stege) der hohlen Ziegel 2^{cm} stark. Dabei erhalten die Steine für die Läuferschicht bisweilen nur eine nach der Länge durchlaufende Oeffnung, die für die Strecker oder Bindeschicht zwei Oeffnungen, aber nicht nach der Länge, sondern nach der Breite des Ziegels. Um die so in der Mauer entstehenden durchlaufenden Luftschichten von der Atmosphäre abzuschließen, werden die Ecken entweder mit vollen gewöhnlichen Steinen aufgeführt, oder die für die Ecken bestimmten hohlen Steine mit einem geschlossenen Kopf versehen, sind etwa zwei Drittel so schwer als die gewöhnlichen vollen. Ferner geben diese hohlen Steine, da sie eine ruhende Luftschicht einschließen, für die Atmosphäre fast undurchdringliche Mauern, so daß innere Räume dadurch im Winter warm, im Sommer kühl erhalten werden; außerdem sind sie trockner als gewöhnliche Steine und erfordern zu ihrer Anfertigung zwar sorgfältig gereinigten und geschlemmten Lehm, aber weniger Masse als die gewöhnlichen Steine und weniger Brennmaterial im Ziegelofen.

§. 17. Theer und Asphalt.

Der Theer, welcher bei Bauten verwendet wird, ist zweierlei Art.

1) Der Holztheer wird bei dem Brennen der Holzkohle aus harzigen Hölzern gewonnen und besteht aus dem eigentlichen Theer, welcher braun, fett und etwas dickflüssig ist, ferner aus der sogenannten Theergalle, welche mehr wässerige Theile enthält und schlechter ist.

Man bedient sich des Theeres größtentheils zum Anstrich des Holzwerkes, um es gegen die Einwirkungen der Witterung zu schützen. Ein solcher Anstrich muß jedoch möglichst alle Jahre wiederholt werden, weil die Luft ihn schnell wieder auszieht. Auch die Theergalle verwendet man zu gleichen Zwecken, obgleich sie noch weniger kräftig wirkt.

Außerdem wird der Theer mit andern Bestandtheilen vermengt zu verschiedenen Anstrichen, ferner zur Anfertigung der Lehmdächer verwendet und zur Anfertigung von Dachpappe statt des Steinkohlentheers empfohlen.

2) Der Steinkohlentheer wird jetzt zum größten Theil als Nebenproduct bei der Darstellung des Leuchtgases, das man in vielen größeren Städten als Leucht- und Heizmaterial verwendet, gewonnen,

indem man die Steinkohle in sog. Retorten der Rothglühhitze aussetzt. Die Gase werden in Röhren fortgeleitet, während die flüssigen und öligen Theile abfließen. Die letzteren bilden den Steinkohlentheer, welcher, wie der Holztheer, in Tonnen zu 90—110 Liter verkauft und bei Bauten, ähnlich wie der Holztheer, werwendet wird, namentlich auch zur Bereitung eines kräftigen Asphalts, ferner zu Dachpappen 2c.

Im Handel wird beiden Theerarten häufig Wasser zugesetzt, wodurch sie sich natürlich verschlechtern. Man muß also darauf sehen, daß der Theer möglichst dickflüssig sei.

Asphalt ist ein durch Naturfeuerkraft hervorgebrachtes und stark erhärtetes Erzeugniß. Schmilzt man ihn, so läßt er sich wie der verdickte Steinkohlentheer zu mancherlei Bauzwecken, namentlich zum Belegen der Fußböden in Waschhäusern, Ställen, Abtritten 2c., zu Isolirschichten, Abwässerung von Gewölben und flachen Dachdeckungen gebrauchen. Er widersteht der Witterung mehr als Holz- und Steinkohlentheer, denn wenn der letztere schon bei 28 Grad Sonnenwärme schmilzt, so schmilzt der natürliche Asphalt erst bei 40 Grad. Schon im Alterthume kannte man ihn, und bei den Mauern von Babylon wurden die Ziegelsteine mit Asphalt verbunden, welcher die Stelle des festesten und vom Wasser nicht zu durchdringenden Mörtels vertrat. Er haftet so fest, daß Mauersteine, damit zusammengekittet, nie längs der Fuge springen, wenn man sie zerschlägt. Der natürliche Asphalt verträgt die Kälte des Winters ohne Risse zu bekommen, und auch die Hitze des Sommers ohne zu erweichen. Wenn hauptsächlich nur die eine dieser Bedingungen gestellt ist, so kann man sich einen künstlichen Asphalt selbst leicht herstellen, indem man 12^k Colophonium oder gutes englisches Steinkohlenpech, $^1/_{12}$ Kb^m Staubkalk, oder besser Schlemmkreide, und entweder keinen oder bis $^1/_{16}$ Kb^m scharfen trockenen Mauersand mit Steinkohlentheer in einem eisernen Kessel unter fortwährendem Umrühren kocht. Die Menge des zuzusetzenden Steinkohlentheers kann bis über 50 Liter betragen, je nachdem der darzustellende Asphalt mehr der Hitze oder der Kälte ausgesetzt ist. Im ersteren Fall muß man weniger Theer nehmen oder so lange kochen, bis die Masse sich verdickt, im letzteren Falle nimmt man mehr Theer. Den kochenden Asphalt schöpft man mit eisernen Töpfen aus, gießt ihn auf die, nöthigenfalls durch ein Spanfeuer erwärmte, trockene und sorgfältig gereinigte, abgefegte Fläche aus und streicht ihn mit einer Maurerkelle, die mit Speck angefettet wird,

in alle Fugen hinein. Mit einem Centner Asphalt kann man 3^{m} Ziegelpflaster mit 2$^1/_2$^{zm} tiefen Fugen übergießen. Gewöhnliche Mauer- und Dachziegel und auch andere Materialien, in Theer oder Asphalt gekocht, widerstehen vollkommen der Nässe.

Der Asphalt eignet sich besonders gut zum Belegen der Fußböden, besonders von Abtrittsräumen, da er vom Harn nicht angegriffen wird; zu den Wänden nimmt man am besten Portlandcement, da heißer Asphalt an senkrechten Flächen zu schwierig anzutragen ist.

C. Verbindungsmaterialien. Mörtel.

§. 18. Allgemeines.

Bestehen die Mauern aus nur verhältnißmäßig kleinen Stücken, welche vermöge ihres eignen Gewichtes nicht so fest aufeinander liegen, daß die Mauer hierdurch Festigkeit genug erhielte, so sind Verbindungsmaterialien, sogenannte Mörtel, erforderlich, welche in weichem Zustande mit den Steinen vermauert werden, dann schneller oder langsamer erhärten, und auf diese Weise, die Steine an einander klebend, das Ganze, welches vor der Erhärtung des Mörtels noch aus einzelnen leicht trennbaren und verschiebbaren Stücken bestand, in eine einzige Masse verwandeln.

Je fester der Mörtel an dem Gestein sitzt, mit welchem er vermauert wird, und je mehr er selbst nach und nach oder schnell erhärtet, um so besser ist derselbe. Die Mauerwerke der alten Welt und die Bauten des Mittelalters besitzen eine so große Festigkeit, daß bei ihrem Abbruch eher die Mauersteine zerbrechen, als daß der Mörtel davon ließe. Diese Eigenschaft wurde theils durch ihre sorgfältige Bereitung, aber noch mehr durch die Dauer ihres Bestehens während vieler Jahrhunderte herbeigeführt; denn die Erfahrung lehrt, daß auch mittelmäßig bereiteter Mörtel, wenn er viele Jahre gelegen hat, steinhart wird.

Es liegt klar vor Augen, daß zugleich der Mörtel nur dann eine vorzüglich bindende Kraft äußern wird, wenn er sich fest mit den einzelnen Steinen selbst verbindet, wie Lehm mit Lehmsteinen, Kalk mit Mauersteinen 2c.

Wenn aber auch der gewöhnliche Mörtel zur Festigkeit der Mauern und Gewölbe wesentlich beiträgt, so darf man sich doch nie ganz auf denselben verlassen, da er die volle Bindekraft erst allmählig erlangt.

Anders ist es, wie wir später sehen werden, namentlich bei gutem Portland-Cementmörtel.

Sehr große Werksteine, die in ihren Lager- und Stoßfugen sehr glatt bearbeitet, auch nachträglich wohl auf einander abgerieben worden sind, versetzt man ohne Mörtel, wie es z. B. bei den antiken Bauwerken der Griechen stets geschehen ist; im andern Falle ist es zweckmäßig, ihnen etwas Mörtel zu geben oder die vorderen Kanten (wie bei Spiegelquadern) abzuschrägen, damit dieselben nicht abplatzen, was häufig bei großen Brückengewölben geschah, wo man mit ganz enger Fuge gemauert hatte, nachträglich aber doch die Kanten brechen mußte, um ausfugen zu können. Kleineren Steinen, Bruchsteinen und Ziegeln, die nicht so regelmäßig sind, giebt man hingegen eine stärkere Mörtelfuge von $1\frac{1}{2}^{zm}$, um alles unnöthige Verhauen des Materials zu vermeiden.

Da aber der Mörtel bei dem Verbrauche ursprünglich eine weiche Masse bildet, so ist es einleuchtend, daß eine Mauer um so mehr sich setzen (senkrecht in sich selbst zusammensinken) wird, je dicker der Mörtel aufgetragen worden ist, oder was dasselbe sagen will, je höher die Fugen des Mauerwerkes sind; deshalb muß man nur so viel Mörtel verbrauchen, als zum Aneinanderkleben der Steine im nassen Zustande des Mörtels nothwendig ist. Außer zur Verbindung der Steine bedient man sich des Mörtels auch noch zum Ueberziehen der Mauern (Bewurf, Abputz), um die Oberfläche derselben gegen widrige Witterungseinflüsse zu schützen. Schnell erhärtende Mörtel haben mehrfache Vorzüge gegen die langsamer trocknenden; denn

1) da sie die Steine schneller verbinden, so geben sie gleich anfangs dem Mauerwerk eine größere Festigkeit;

2) da ein schnell trocknender Mörtel weniger Feuchtigkeit in die Mauer bringt, als ein langsam trocknender, so ist eine Mauer, mit schnell trocknendem Mörtel aufgeführt, auch viel früher durch und durch trocken, als eine andere Mauer, mit langsam trocknendem Mörtel errichtet;

3) bei einem schnell trocknenden Mörtel, wo das Ganze rascher zu einer festen Masse vereinigt wird, hört demnach auch das Bestreben der Mauer, sich zu setzen, oder bei Gewölben der Seitenschub um so schneller auf, als eben die Trocknung des Mörtels vor sich geht.

Wie Moos, Theer und Asphalt als Verbindungsmittel verbraucht werden, ist bereits in §. 8 gezeigt worden.

a) Lehm als Mörtel. Er ist der einfachste, indem keine wei-

tere Zubereitung dazu erfordert wird, als daß man möglichst fetten Lehm mit Wasser zu einem Brei verdünnt und damit die Mauersteine vermauert.

Er findet seinen Verbrauch, besonders bei Landbauten, zu allen Arten von Steinen. Es liegt jedoch in der Natur der Sache, daß er sich mit Feld- und Bruchsteinen am wenigsten verbindet und hierbei weniger als Bindemittel, sondern vielmehr als Füllmittel der Fugen anzusehen ist. Besser verbindet er sich mit gebrannten Mauersteinen, und am besten mit allen Arten von Lehmsteinen.

Er hat ferner die Eigenschaft, daß er im Feuer besser ausdauert als der Kalk; deshalb pflegt man zur Aufmauerung von Feuerungsanlagen, wie der unteren Theile der Schornsteinröhren, ferner der Rauchmäntel, Feuerherde, Koch-, Brat- und Backöfen, Rauchdarren, Ziegelöfen ꝛc. Lehm anstatt Kalk als Mörtel der gebrannten Mauersteine zu nehmen.

Da sich Kalkmörtel mit Lehmsteinen gar nicht verbindet, so verwendet man zu ihrer Vermauerung nur Lehm. Lehm als Mörtel zu Fundamenten und unteren Mauern zu nehmen, taugt gar nichts; da die unteren Mauern schwer trocken herzustellen sind, so erhalten sie auch durch den naßbleibenden Lehm keine feste Verbindung der einzelnen Steine. Dagegen kann man ihn zu innern, niedrigen Mauern, welche trocken liegen, bei unbedeutenden Gebäuden verwenden.

Man wird aber (außer bei Feuerungsanlagen und Lehmmauern) immer besser thun, anstatt Lehmmörtel Kalkmörtel anzuwenden, da der Holzschwamm sich in die mit Lehm eingemauerten Fugen einsetzt und dann nur durch Niederreißen der angegriffenen Mauern zu vertreiben ist.

b) Sogenannter Sparkalk. Er besteht aus einer Mischung von Lehm- und Kalkmörtel und wird von Vielen bloß deswegen angewendet, weil er etwas wohlfeiler zu stehen kommt als der Kalkmörtel. Da aber Kalk und Lehm sich nicht verbinden, so hat er wenig Bindekraft, und ebenso wie der Lehmmörtel die nachtheilige Eigenschaft, daß er, bei Mauern an feuchten Orten angewendet, nie trocknet und daß der Holzschwamm, vermöge des darin enthaltenen Lehmes, welcher ihm Nahrung giebt, eben so sehr sich in den Fugen festsetzt, als er es bei bloßem Lehmmörtel zu thun pflegt. Aus diesen Gründen ist in vielen Gegenden die Anwendung des Sparkalks bei größeren Gebäuden polizeilich untersagt und unter allen Umständen zu widerrathen.

c) Kalkmörtel. Er wird aus kohlensaurem Kalk d. i. Marmor, Kalkstein, Kreide, Muscheln, Mergel gewonnen. Der Kalkstein wird zuförderst in eigens dazu eingerichteten Oefen gebrannt (wobei die Kohlensäure, welche im Kalksteine befindlich ist, bei der Rothglühhitze entweicht). Hierdurch erhält man den sogenannten lebendigen oder Aetz-Kalk. Der gebrannte Kalk behält die Form der ungebrannten Stücken bei, nimmt aber nach dem Brennen einen etwas kleineren Raum ein.

Der gewöhnliche Kalk kommt theils ziemlich rein, theils durch die ganze Masse hindurch mit Thon gemengt vor. Meistens ist der gewöhnliche Kalk nicht reiner Kalk. Ganz reinen Kalk erhält man dagegen durch das Brennen der Abfälle des Marmors in den Bildhauerwerkstätten.

Begießt man den gebrannten Kalk mit Wasser, so zerfällt er unter einem zischenden Geräusch nach und nach, und wenn man mehr Wasser aufgießt und dabei den Kalk mit einer Kalkkrücke in einer sogenannten Kalkbank zu einem dünnen, fließbaren Brei rührt, so erhält man den sogenannten gelöschten Kalk. Der Kalk quillt beim Löschen auf. Die dünne milchige Masse, welche man erhält, wenn man viel Wasser auf den gebrannten Kalk gießt, nennt man Kalkwasser (Kalkmilch).

Wird der gebrannte Kalk längere Zeit der Luft ausgesetzt, so zieht er aus der Luft Wasser und Kohlensäure an sich, zerfällt und kann alsdann nicht mehr abgelöscht werden.

Zuweilen erhält man gebrannten Kalk, welcher sich nicht ablöscht, man nennt ihn todtgebrannten Kalk. Dieses Todtbrennen rührt entweder davon her, daß der Kalkstein zu viel fremde Bestandtheile, wie Thon und Kiesel enthielt, oder bei reinem Kalkstein, daß gleich anfangs eine zu starke Hitze gegeben wurde, und daß so in beiden Fällen eine Schmelzung wenigstens an der Oberfläche stattfand, wodurch die Poren so klein werden, daß das Wasser beim Löschen nicht mehr eindringen kann. Andere Stücken sind nicht genug gebrannt und enthalten in der Mitte noch einen Kern von rohem Kalk, und löschen sich deshalb nicht ganz ab. Der Kalkstein (dessen spezifisches Gewicht 2,5 bis 2,7 beträgt) verliert im Brennen etwa 45 p. C. am Gewicht und 10 bis 12 p. C. am Volumen (Umfang).

Die Kalksteine kommen theils in großen Lagern geschichtet vor, theils als einzelne runde Steinchen auf der Oberfläche der Erde (Lesesteine), theils kann man Mergelerde, wenn sie mindestens $^2/_3$

Kalktheile enthält, zu Kalk brennen. Auch aus Muscheln kann Kalk gebrannt werden. Je härter und dichter aber der Kalstein ist, um so schöner wird der gebrannte Kalk, deshalb liefert fester Marmor den besten gebrannten Kalk. Dann folgt der aus gewöhnlichem Kalkstein, der aus Mergelerde und zuletzt der Muschelkalk.

Einen guten Kalk erhält man, wenn derjenige Kalkmörtel, den man aus dem Kalkschutte abgebrannter Gebäude sammelt, nochmals gebrannt und auf die gewöhnliche Art gelöscht wird.

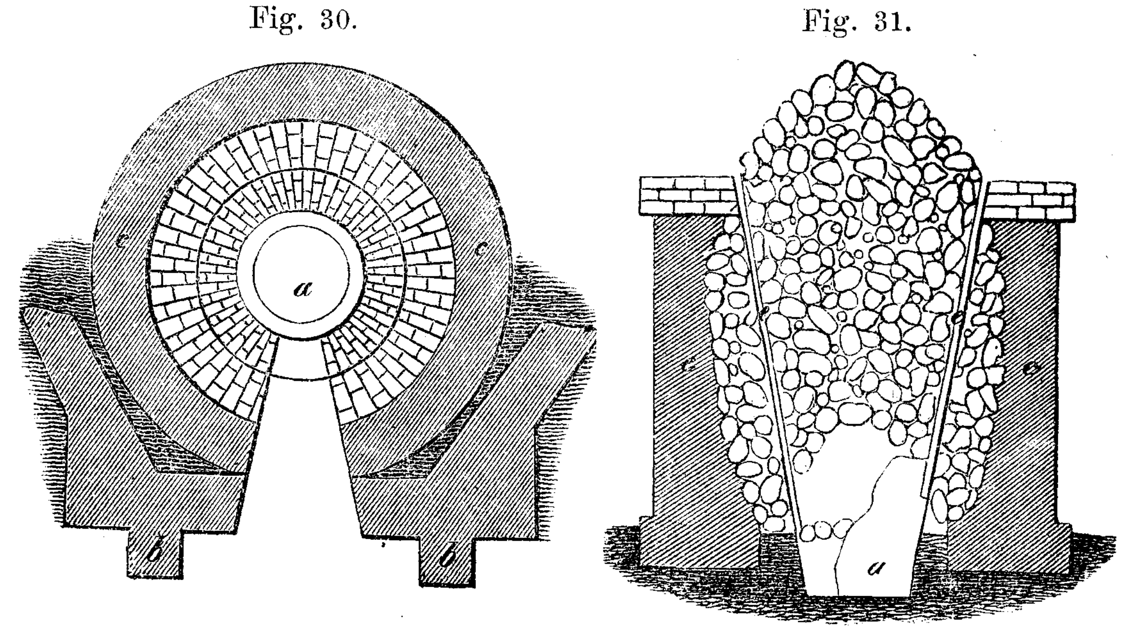
Je schneller der Kalk nach dem Ablöschen verarbeitet werden kann, desto fester wird das Mauerwerk. Es ist ferner zum Löschen weiches Wasser besser als hartes. Demnach würde in Cisternen angesammeltes Regenwasser das tauglichste sein, alsdann folgt Teich- und Flußwasser, oder das aus Seen mit süßem Wasser. Gänzlich unbrauchbar zum Kalklöschen ist das Meerwasser, und zwar um so untauglicher, je mehr es Salztheile enthält. Die Salztheile des mit Meerwasser gelöschten Kalkes verursachen, daß der damit bereitete Kalkmörtel jede Feuchtigkeit der Luft anzieht, nie trocknet und dadurch den sogenannten Mauerfraß erzeugt, welchen wir später kennen lernen werden.

Mergelkalke werden vor dem Brande in Ziegelform gestrichen, alsdann gebrannt, gleich nach dem Brande gelöscht, worauf die Stücken zerfallen und als gelöschter Kalk aufbewahrt werden.

d) Das Brennen des Kalkes geschieht meistens in eigens dazu eingerichteten Oefen, den sogenannten Kalköfen.

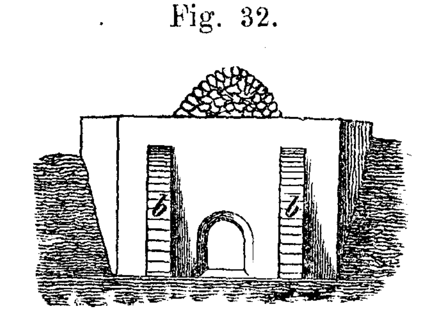
Für einen kleinen Betrieb und für Holzfeuerung ist die Fig. 30—32

Fig. 30. Fig. 31.



dargestellte Einrichtung die gewöhnliche. Fig. 30 zeigt den Grundriß, Fig. 31 den Querdurchschnitt, Fig. 32 die äußere Ansicht in kleinerem Maßstab. Der Ofen wird, wie Grundriß zeigt, womöglich an der Lehne eines Berg- oder Hügelabhangs errichtet, welcher an der Stelle, wo der Ofen stehen soll, so weit ausgegraben wird, daß letzterer nach einem großen Theile seiner Peripherie, wenigstens bis zur Hälfte, von dem Erdreich umgeben wird; der Schacht des Ofens cc wird dann

Fig. 32.



auf die angezeigte Weise eiförmig mit Bruchsteinen und Lehm (von außen mit Kalkmörtel) und in Verbindung damit die Vormauer und die Strebepfeiler bb aufgeführt. Beim Einsetzen des Kalkes wird über der Vertiefung a (dem Feuerkessel, weil dort das Feuer geschürt wird) aus größeren Kalksteinen ein Spitzgewölbe gespannt (wozu man sich einer Bretterlehre zur vorläufigen Unterstützung bedienen kann), und dann die übrigen Kalksteine darüber geschichtet, so daß hinreichender und zweckmäßig vertheilter Zwischenraum bleibt, damit der Zug des Feuers gehörig Statt finden könne. Um diesen Zug noch mehr gegen die Seitenwände des Ofens zu leiten, werden hierzu Holzstangen ee eingelegt, die nach dem Verbrennen Zugkanäle bilden. Dergleichen Oefen werden in sehr verschiedener Größe von 3—20 Kb^m innern Raumes angelegt. Je größer der Ofen wird, desto sorgfältiger muß die Herstellung der innern Schachtwände geschehen, so wie auch die Ausführung des Mauerwerks eine größere Sorgfalt erheischt, damit letzteres dem Seitendrucke der im Schachte angehäuften Steinmasse, so wie der durch Erhitzung erfolgenden Ausdehnung hinreichend widerstehe.

Fig. 33 und 34 zeigen einen gewöhnlichen Kalkofen auf Braun- oder Steinkohlenbrand eingerichtet. Fig. 34 stellt den senkrechten Durchschnitt, Fig. 33 den Grundriß dar, in der Höhe des Rostes geschnitten. A ist ein Vorgewölbe, von welchem aus die Heizung und die Ausräumung des Kalkes vorgenommen wird; B der Hals der Schüröffnung, durch welchen das Brennmaterial auf den Rost gebracht wird; CC der Rost aus beweglichen Eisenstangen, die in den Kerben eines kreisförmigen eisernen Ringes liegen, welcher durch die im Mauerwerk angebrachte Querstange D unterstützt wird; C der Aschenfall; EE der Fuß oder Vorsprung aus gebrannten Ziegeln, auf welchem

das Rostgewölbe aufgeführt wird; FG und GH bezeichnen die Halbmesser der krummen Linie, nach welcher die Seitenwände des Schachtes

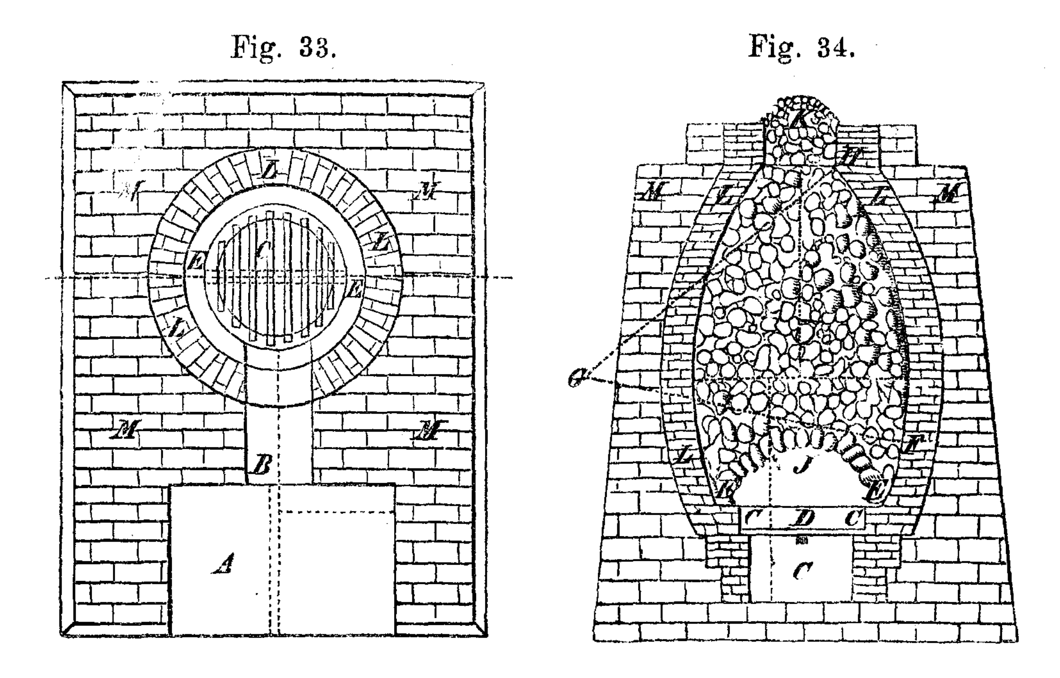


Fig. 33. Fig. 34.

aufgeführt sind; K Gicht oder obere Oeffnung des Ofens, durch welche der Kalkstein eingebracht wird. Bei größeren Dimensionen wird in der Mitte eine Einfuhröffnung angebracht; LL innere Auskleidung des Schachtes aus guten Mauerziegeln; MM das Rauchgemäuer aus Bruchsteinen. Beim Einsetzen des Kalkes, das übrigens, wie sich von selbst versteht, in allen Fällen nur nach allmähligem Auswärmen und hinreichendem Austrocknen des Ofens geschehen darf, wird wie vorher das halbkugelförmige, die Stelle eines Tragrostes vertretende Gewölbe aus größeren Kalksteinen auf die schon oben erwähnte Art eingesetzt, und dann der Ofen auf die schon angegebene Weise mit Kalk beschickt.

Beim Brennen wird ein ganz gelindes, nur allmählig verstärktes Schmauchfeuer gegeben, wobei der Rauch aus der Gichtöffnung unverbrannt davon geht. Man bewirkt dadurch die allmählige Erwärmung der in dem Ofen angehäuften Steinmasse, sonach die allmählige Ausdehnung der einzelnen Stücke, besonders derjenigen, die das Rostgewölbe bilden, ohne welche Vorsicht letztere bei schnell wirkendem Feuer durch die gewaltsame Entbindung von Wasserdämpfen springen, und ein Nachstürzen der aufliegenden Masse verursachen oder im anderen Fall todtbrennen würde. Das Feuer wird dann immer allmählig verstärkt, bis die Steine des Gewölbes eine lebhafte lichte Rothglühhitze erreichen, und die Flamme aus der Gicht ohne Rauch hervor-

tritt, wo man dann das Feuer wieder allmählich vermindert und den Ofen auskühlen läßt, worauf der Kalk durch die Schüröffnung B ausgezogen wird. Zur Zeit des heftigsten Feuers, wo also im Herde beinahe Weißglühhitze herrscht, muß das Brennmaterial sorgfältig und gleichförmig nachgelegt werden, damit keine plötzliche Abkühlung des Herdes entstehe, bei welcher sonst ein verkehrter Luftzug (von oben nach unten) eintreten und das Feuer aus dem Schürloche getrieben werden würde.

Die Brennzeit hängt von der Natur des Kalksteines, des Brennmaterials, des Ofens und selbst des Wetters ab, und beträgt 24 bis 48 Stunden und darüber. Etwa zwei Drittheile der Brennzeit hindurch steigt die Hitze, und nimmt dann im letzten Drittheil wieder ab.

Bei diesen eben beschriebenen Oefen, oder den Oefen mit unterbrochenem Gange (intermittirenden Oefen) findet dadurch ein Brennstoffverlust statt, daß nach jedem Brande die Ofenwände wieder so weit abgekühlt werden, bis in dem Ofenraume ein neuer Einsatz von Kalksteinen stattfinden kann. Ueberdies haben solche Oefen den Nachtheil, daß die untersten, unmittelbar über dem Feuerherde befindlichen, folglich am heftigsten erhitzten und am frühesten gargebrannten Steine noch so lange im Feuer bleiben müssen, bis auch die höher liegenden ausgebrannt sind. Letzteres verursacht zwar an sich keinen Mehraufwand an Brennstoff, bewirkt aber bei gewissen Kalksteinsorten ein Ueberbrennen oder Todtbrennen, und dadurch einen jedesmaligen Verlust an Kalkstein. Dieser wird, so wie die Verschwendung des Brennmaterials, bei den Oefen mit ununterbrochenem Gange (continuirenden Oefen) nach Rumfordschem System beseitigt, bei welchen nämlich der Brand ohne Unterbrechung fortdauert, und der Kalk von unten her in dem Maaße, als er gargebrannt ist, weggenommen, und von oben nach Verhältniß immer wieder neuer Kalkstein aufgegeben wird.

Fig. 35—36 zeigen einen stehenden, sogenannten Schacht- oder Stichofen, und zwar Fig. 35 die Ansicht und Fig. 36 den Grundriß. Der Ofen hat 5 Herde. cc sind die Feuer- und Aschenherde, o die Heizöffnung, i der Kanal, um Luft unter den Rost c zu führen; dd sind die Oeffnungen zum Ausräumen des Kalkes; aa die innere Bekleidung des Schachtes aus feuerfesten Ziegeln (Chamottesteine §. 15 f.); bb ein leerer oder mit Asche gefüllter Zwischenraum (Isolirschicht), um das Abkühlen des Ofens durch die äußere Luft zu hindern; ee das Rauchgemäuer. Diese Oefen können je nach der Größe

und Zwischenweite des Rostes mit Holz, Braunkohlen oder Torf geheizt werden. Man giebt ihnen eine Höhe von 7—10^{m}. Der Kalk-

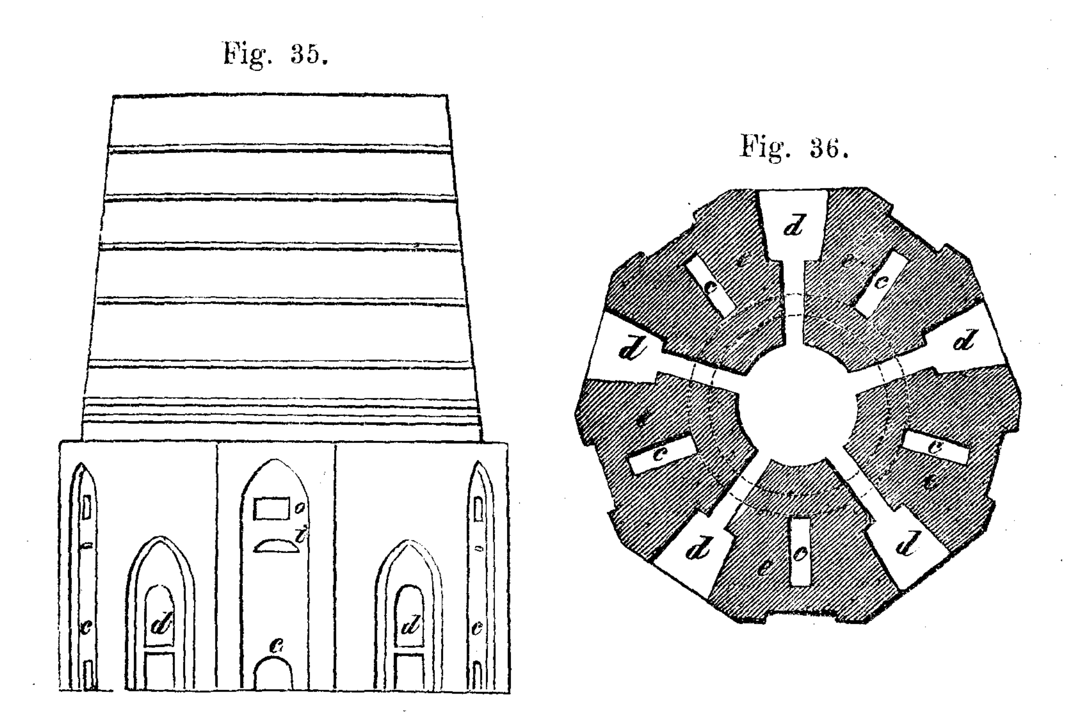


Fig. 35. Fig. 36.

stein wird dadurch allmählig erhitzt, indem er bis zum Feuerherde niedergeht, wo er die heftigste Hitze erfährt, dann wird der gebrannte Kalk von unten ausgezogen, tritt in die unterste Region des Ofens, folglich außer den Bereich der Flamme, und ist hier keiner überflüssigen Hitze mehr ausgesetzt.

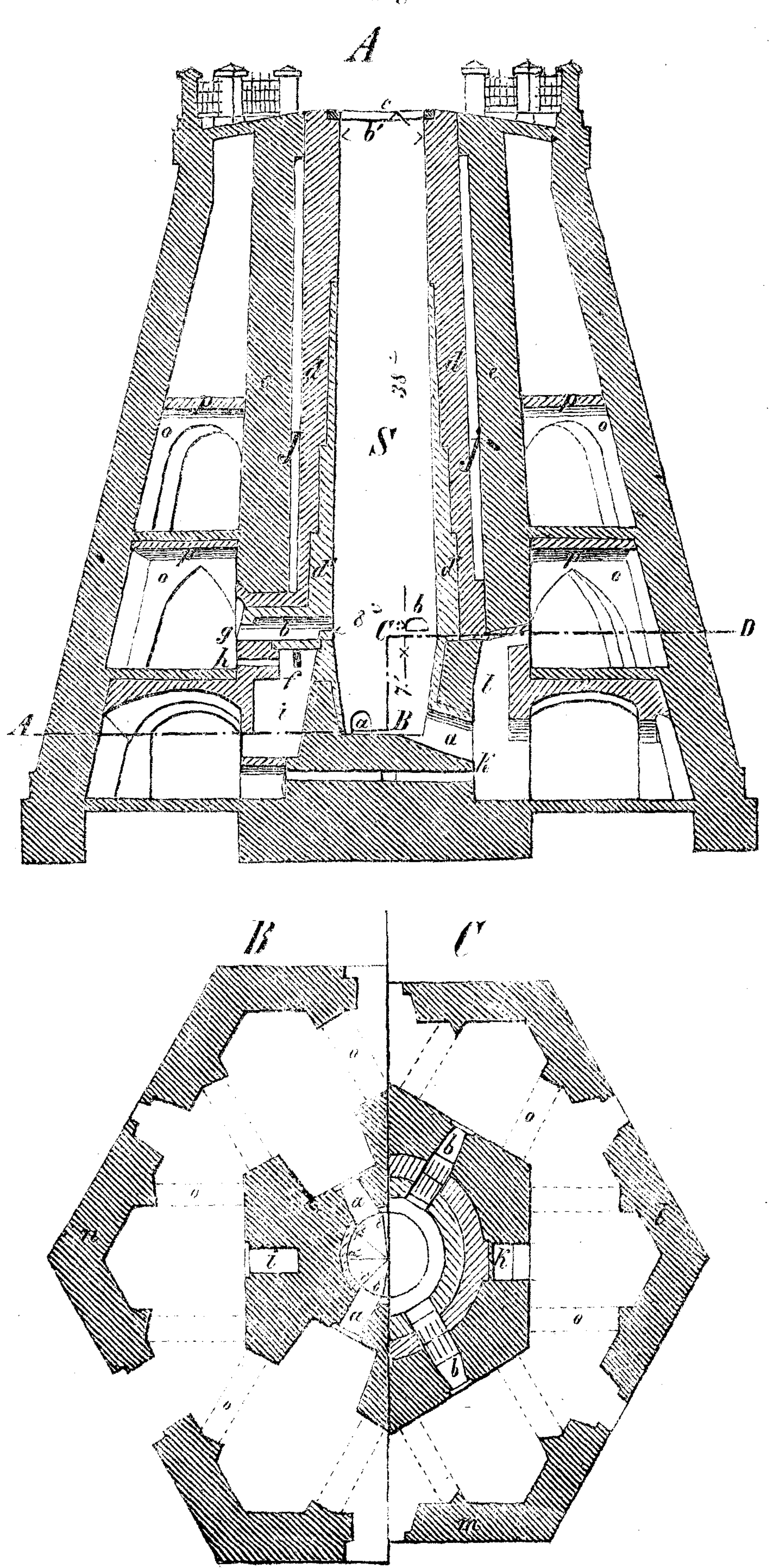
Wird ein solcher Ofen zuerst in Betrieb gesetzt, so wird er mit Kalkstein bis zur Höhe der Feuerung cc gefüllt, dann in den Abziehlöchern (Abzüchten oder Stichlöchern) dd geheizt und dieser Kalk gar gebrannt. Nunmehr wird der Ofen vollends mit Kalkstein gefüllt, indem dieser von der Gicht aus in Kübeln niedergelassen wird. Auf der Gicht selbst wird noch ein etwa $1^{1}/_{4}{}^{m}$ hoher Kegel von Kalksteinen regelmäßig aufgesetzt, und dann die Feuerung durch die Heerde cc begonnen. Der Kalk im Schachte schwindet durch das Brennen und senkt sich von selbst herunter; ist diese Senkung bis zur Ebene der Gicht gelangt, so wird er herausgezogen, was etwa alle 12 Stunden geschieht, neuer Kalk oben aufgeschüttet und so fortgefahren. Um den Kalk in die Höhe zu ziehen, hat man auf dem Ofen einen Krahn; oder man schafft den Kalk auf einem Auflauf oder einer Holzbrücke in die Höhe, besonders wenn diese von einem Bergabhange bequem nach der Gicht des Ofens gelegt werden kann.

Der im Vorhergehenden beschriebene Ofen hatte 5 Heizöffnungen

und heißt ein 5schüriger Ofen; außerdem hat man noch 3- und 4schürige. In Rüdersdorf bei Berlin wendet man besonders die 3schürigen Oefen an, da der Brennmaterialverbrauch sich dabei günstiger stellen soll, und giebt ihnen statt der ovalen Form die von zwei abgestumpften Kegeln.

Da diese Oefen sich seit langen Jahren eines großen Rufes erfreuen, so theilen wir in Fig. 38 einen 3schürigen Ofen mit. A stellt den Querdurchschnitt dar; B die Hälfte des Grundrisses nach der Linie AB des Querschnitts; C den Grundriß in der Höhe der Rast und der Roste b. Im ersten Augenblick erscheint die Form dieses Ofens sehr zusammengesetzt; denkt man sich aber die äußern Wände lmn und die Gurtbögen und Gewölbe weg, da sie hauptsächlich nur zur Lagerung von Brennmaterial und Kalk dienen, so vereinfacht sich der Ofen und nähert sich dem in den Figuren 32—34 dargestellten Ofen. Die Roste bb liegen nicht im Schacht S, sondern im Schachtgemäuer, und dadurch ist das Feuerungsmaterial, welches Torf ist, von dem Kalkstein getrennt. Der innere Schacht hat bei der sogenannten Rast C, in der Höhe der Heizöffnungen b, 2,5^{m} Durchmesser und verjüngt sich nach oben an der Gicht c bis auf 2^{m} Durchmesser und ebenso verjüngt er sich an den Abzüchten aa bis auf 2^{m} Durchmesser. Die innere Umfassungswand d des oberen Schachtes ist von Mauersteinen, 12^{m} hoch, auf 8^{m} Höhe mit feuerfesten Thonplatten unten $1^1/_2$, dann 1 und oben $^1/_2$ Stein stark ausgesetzt. Zwischen der innen Schachtmauer und dem Mantel e, welcher aus Kalksteinen ausgeführt ist, befindet sich ein Zwischenraum von einigen ^{zm} Breite (Isolirschicht), welcher mit Asche angefüllt ist, um die Wärme mehr zusammenzuhalten und von dem äußern Mantel e abzuhalten. Der Feuerrost b besteht aus Thonplatten, die in der Mitte, wo die einzelnen Stücke zusammenstoßen, auf einer gewölbten Unterstützung f liegen. Diese Thonplatten haben, um als Rost dienen zu können, 3 bis 4 Einschnitte von $2^1/_2{}^{zm}$ Weite für die Einströmung der Luft, welche durch den Canal h zugeleitet wird. Die Seitenwände und das Gewölbe über dem Rost b sind aus Chamottesteinen hergestellt. Der untere Theil des Schachtes bis zum Herd ist 2,2^{m} hoch und soweit er von der Hitze zu leiden hat, aus Chamottesteinen ausgeführt. i sind die Aschenfälle; a die Abzüchte und k kleine Canäle. Jeder Aschenfall ist mit einer eisernen Thür verschlossen, welche geöffnet wird, wenn der Raum i voll Asche ist, wobei die glühende Asche herausfällt und nach dem Abkühlen verkarrt wird. Ebenso sind die

Fig. 38.



Abzüchte a mit eisernen Thüren versehen, die beim Herausziehen des Kalkes geöffnet werden. Diese Oeffnungen a sind, wie man dies im Grundriß sieht, an der Thür enger als im Schacht, damit der Kalk leichter nachfällt, wenn der vornliegende herausgezogen wird; zu demselben Zwecke ist auch der Herd nach den Abzüchten a geneigt, wie durch die Linien $\alpha\beta\gamma$ angedeutet ist.

Das Abziehen des Kalkes machte früher in Rüdersdorf viele Schwierigkeiten, weil der glühende Kalk unten eine sehr große Hitze verbreitete; aber indem man unter dem Kalk Canäle k anbrachte und einen Canal i nach oben führte, entstand ein Luftstrom, wodurch die warme Luft nach oben zieht und die Arbeiter viel leichter herankommen können, weil sie jetzt blos die strahlende Wärme zu überwinden haben. Wenn man die äußere Umfassung oder die Gewölbe ganz weg ließe, so würde der Canal entweder überflüssig oder unmittelbar ins Freie münden.

Soll der Ofen in Betrieb gesetzt werden, so wird er auf die Höhe BC bis zu den Feuerungen mit rohen Kalksteinen angefüllt, Holzfeuer in den Abzüchten a angemacht und der Kalk gar gebrannt. Hierauf wird auf diesen garen Kalk wieder roher Kalkstein, den man von der Gicht e in Kübeln herunterläßt, aufgeschüttet und auf der Gicht selbst noch ein $1{,}25^m$ hoher Kegel von Kalksteinen regelmäßig aufgesetzt, so daß derselbe den zurückspringenden Rand der Gichtplatte zum Theil bedeckt. Hierauf wird in den Heizöffnungen b mit Torf gefeuert. Der Kalk im Schachte schwindet, sobald er heiß wird, und der obere Kegel stürzt nach. An der Rast bei C ist die Hitze am größten und dort wird der Kalk gar gebrannt; ist dies geschehen, so zieht man den unteren Kalk, wodurch der obere gare nachsinkt und gleichsam als Herd für den über der Rast befindlichen Kalk dient. In demselben Maaße, in welchem man unten Kalk abzieht, giebt man oben frischen Kalkstein auf. Das Ausziehen des Kalkes geschieht alle 12 Stunden, und es werden in jener Zeit $4^1/_2$ bis 5 Kb^m Kalk gewonnen.

Oben um den Ofen ist ein Geländer zur Vermeidung von Gefahr, weil der Kalkstein von oben, von der Gicht aus, eingetragen wird. Wo der Ofen, wie z. B. in Berlin, nicht an einer Berglehne stehen kann, ist auf demselben gewöhnlich ein Krahn angebracht, mit welchem man den Kalk in die Höhe zieht und einträgt.

Die Heizöffnungen müssen, wenn die äußere Mauer lmn wegbleibt, vor dem Winde geschützt werden, weil derselbe sonst eine zu

lange Stichflamme bewirkt und der davon nicht getroffene Theil nicht gar gebrannt wird.

Man glaubt beobachtet zu haben, daß der frisch gebrochene Kalk sich leichter brennt, als der an der Luft getrocknete, weil jener etwas Wasser enthält, das sich beim Brennen in Dampf verwandelt und so die Entweichung der Kohlensäure aus dem Kalk befördert; deshalb spritzt man beim Brennen bisweilen Wasser ein oder stellt in den Aschenfällen Gefäße mit Wasser auf, welches durch die hineinfallende glühende Asche verdampft.

Es wurde bereits Seite 53 erwähnt, daß die Casseler Flammziegelöfen auch für das Kalkbrennen sehr günstige Resultate ergeben haben; indeß gestatten sie keinen immerwährenden Betrieb, sondern kühlen beim Abziehen der ganzen Masse gebrannten Kalkes und beim Füllen aus, und wenn auch die Construction des Ofens während des Betriebes selbst Ersparnisse ergiebt, im Gegensatz zu den oben offenen Rüdersdorfer Oefen, so werden diese Ersparnisse doch durch den angeführten Wärmeverlust und eine etwas größere Unbequemlichkeit des Betriebes und der Beschickung ausgeglichen (compensirt) werden. Dagegen eignen sich die Hoffmannschen Ringöfen (vergleiche S. 54) sehr wohl auch zum Brennen von Kalk, Gips, Cement, Thonwaaren u. dergl. m.

Wir haben bereits S. 48 den Schornstein als das zweite Hauptglied einer Feuerungsanlage aufgeführt und als solches tritt derselbe auch bei den neuesten Brennöfen mit immerwährendem Betrieb zum Brennen von Kalk, Ziegeln ꝛc. auf, und selbst den Schacht der Schachtöfen können wir in gewissem Sinne mit einem Schornstein vergleichen.

Als ersten Hauptheil jeder Feuerung für Torf, Stein- und Braunkohlen (und selbst für Holz) führten wir S. 49 den Rost an, der den Zweck hat, Brennmaterial aufzunehmen und mindestens so viel Luft durchzulassen, daß dasselbe verbrennen könne. Sehen wir uns einen Kalkofen im Durchschnitte an, so finden wir, daß die einzelnen unregelmäßigen Kalksteine so neben und übereinanderliegen, daß jede Schicht hinreichende Zwischenräume, also eine hinreichende Luftmenge zu der nächstfolgenden durchlassen, oder daß jede Schicht als ein, wenn auch unregelmäßiger Rost für die nächstfolgende betrachtet werden kann, und daß man nur nöthig hat, auf jede Schicht Kalksteine, Stein- oder Braunkohlen zu schütten, um diese, wenn die unterste Schicht angezündet ist, zum Verbrennen zu bringen. In der untersten

Schicht aber kann man Holzfeuer anzünden und braucht dann gar keinen Rost aus Eisen oder regelmäßigen Steinen.

Die Figuren 39 A und B stellen im Grundriß und Durchschnitt einen solchen Ofen für Steinkohlenfeuerung mit ununterbrochenem Gange dar. Auf die Abzüchte oo wird dürres Holz gelegt, darauf eine ziemlich dicke Lage Steinkohlen in größeren Stücken, dann eine größere Lage Kalksteine, wieder eine etwas dünnere Lage Kohlen, und so abwechselnd bis zu 4 oder 5 Lagen, worauf das Holz angezündet wird, und erst dann, wenn das Durchbrennen in der obersten Steinschicht sichtbar wird, bringt man abwechselnd neue Lagen von Stein und Kohlen ein, bis nach 2—3 Tagen der Einsatz vollendet und der ganze Ofen im Brande ist. Die Menge des Steines zu der Kohle verhält sich gewöhnlich wie 4 : 1, oder 3 : 1 bei minderer Qualität der Kohle.

Fig. 39 A.

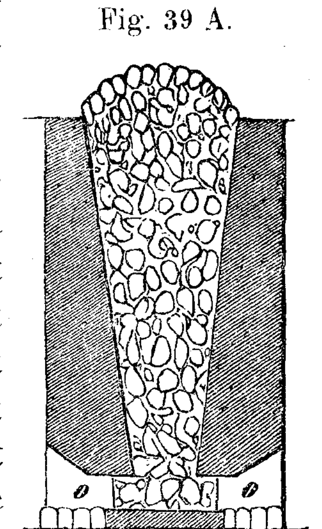
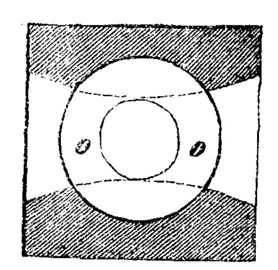


Fig. 39 B.



Die Form des Schachtes ist die eines umgekehrten, abgestumpften Kegels, und der Ofen wird zur Ersparung an Mauerwerk und wegen des leichteren Zuganges zur Gicht, wenn möglich, in der Nähe einer Berglehne angebracht.

So wie nach und nach die Kohlen verbrennen, verlöscht das Feuer im untern Schachtraume, die Steine kühlen hier ab und werden dann herausgenommen, bis glühender Kalk und Kohlen in den untern Ofenraum gelangen. An der Gicht werden wieder so viel Schichten Kalk und Kohlen nachgegeben, als niedergegangen sind. Je nachdem man die Oeffnungen der Abzüchte mehr oder weniger mit Kalkstein verlegt, kann man den Luftzug nach Gefallen reguliren. Um den Zug durch den Ofen in der nöthigen Richtung zu leiten, durchstößt man von oben im erforderlichen Falle mittelst einer eisernen Stange den Einsatz, wodurch sich Zugkanäle in demselben bilden.

Wird der Betrieb unterbrochen (wenn es z. B. an Kalksteinen für den Augenblick mangelte), so schließt man die unteren Oeffnungen oo und bedeckt die obere Fläche mit Kohlenklein und Erde, wodurch der Ofen mehr als 8 Tage in der Glühhitze bleibt, so daß der Brand sogleich neuerdings beginnt, wenn man die Abzüchte wieder öffnet

und oben abräumt. Der Ofen kann so ein Jahr lang fortgehen, bis eine Reparatur nöthig wird.

Der Kalkstein wird gewöhnlich auf einer schwach ansteigenden Holzbrücke hinauf gekarrt. Oben umgeben den Ofen hölzerne Gallerien zur Bequemlichkeit der Arbeiter. Eine hölzerne Bedachung mit erhöhten Seitenwänden und in diesen Luftklappen dienen dazu, den Kalk vor Regen zu schützen und den Rauchzug zu ordnen.

Der Brennstoffaufwand, der zum Garbrennen einer bestimmten Masse Kalkes gehört, hängt zum Theil von der Beschaffenheit des Kalksteins, größtentheils aber von der Einrichtung des Ofens und der zweckmäßigen Leitung des Feuers ab. Je fester das Gestein ist, desto mehr Zeit und Brennmaterial braucht man. Man hatte in derselben Weise Torf statt der Steinkohlen anwenden wollen, aber der Torf wird von den Kalksteinen zu sehr zerdrückt, giebt viel Asche und wenig Hitze. Bei Torffeuerung wird man deshalb das Feuer von den Kalksteinen getrennt halten müssen und dazu am besten die Rüdersdorfer Kalköfen anwenden. Hingegen kann man bei Braunkohlen ganz so wie mit Steinkohlen verfahren, und in Böhmen, wo man sehr gute Braunkohlen und stellenweis mit dem Brennmaterial nicht zu geizen hat, hat man oft gar keinen gemauerten Kalkofen, sondern eine Grube von 3^{m} Durchmesser und 1,5^{m} Tiefe, in der man abwechselnd Braunkohlen und Kalksteine aufschichtet, wie dies für Steinkohlen vorher beschrieben wurde. Damit die Luft unten zum Feuer treten kann, legt man einen Luftcanal an. Aehnlich hilft man sich an anderen Orten, bei den Meilern oder Feldöfen und beim Brennen kleiner Mengen Kalk, doch können wir auf diese Material verschwendenden Anordnungen nicht weiter eingehen. Nächst diesen erfordern die kleinen intermittirenden Oefen (mit unterbrochenem Gange) den größten Brennstoffaufwand, indem sie bei etwa 9 Kb^{m} Inhalt auf jede Klafter oder $3^{1}/_{3}$ Kb^{m} Stein $8^{1}/_{3}$ Kb^{m} weiches oder $6^{2}/_{3}$ Kb^{m} hartes Holz brauchen. Bei größeren Oefen vermindert sich der Aufwand bis auf 5 Kb^{m} Holz.

Der Kalkstein enthält etwa 44 Gewichtstheile Kohlensäure. Diese Kohlensäure geht beim Brennen fort, ohne daß der Kalk schmilzt, und in Folge dessen bleiben in dem Kalke Poren zurück, in welche das Wasser bei dem

e) Löschen des Kalkes hineindringen kann. Der gebrannte Kalk ist nach dem Löschen nicht gleich ergiebig, und man theilt ihn deshalb in fetten und magern Kalk ein. Der Kalk ist um so

fetter, je weniger er fremde Theile (als Thon, Bittererde ꝛc.) enthält. Der fette Kalk zischt stark im Wasser und fällt leicht auseinander, schwillt stark auf (gedeiht) und bildet einen weißen, sehr schlüpfrigen Brei, der nach gehörigem Durchlöschen steifer wird.

Magerer Kalk brennt sich aus solchem Kalkstein, welcher mehr als 10 bis 20 und 25 Procent fremde Gemengtheile, besonders Thonerde (auch Bittererde) enthält. Ein solcher Kalk erhitzt sich weniger beim Löschen, gedeiht weniger und giebt einen kurzen Teig.

Der Kalk aus Muscheln (Muschelkalk) ist zwar rein, giebt aber bei dem Brennen mehr einen magern als fetten Kalk, der sich schwerer löscht.

Zum Löschen des fetten Kalkes ist das 3- bis $3^1/_2$fache Volumen an Wasser nöthig, damit er einen steifen Kalkbrei bildet, welcher etwa $3^2/_5$ des Volumens vom gebrannten Kalk einnimmt. Dem Gewichte nach stellt es sich so, daß durchschnittlich 50^k Kalkstein 25^k gebrannten Kalk oder 85^k steifen Kalkbrei geben. Diese Vermehrung des Umfangs und Gewichtes nennt man das Gedeihen des Kalkes; dasselbe ist für die verschiedenen Kalksteinarten verschieden, und um so geringer, je mehr Nebenbestandtheile der Kalk enthielt.

Wird bei dem Löschen zu wenig Wasser angewendet, so verbrennt der Kalk (wie man es nennt), das heißt er wird sandartig und verliert die Bindekraft. Dasselbe geschieht, wenn der Kalk vor dem Brennen zu lange der Luft oder gar der Feuchtigkeit ausgesetzt wird, alsdann löscht er sich zum Theil durch die aus der Luft eingesogene Feuchtigkeit ab, und wird bei dem Löschen um so magerer, je länger er der Luft ausgesetzt gewesen war.

Gießt man plötzlich zu viel Wasser auf, so ersäuft der Kalk (wie man es nennt), er löscht dann nicht gehörig durch.

Das gewöhnliche Löschen des Kalkes geschieht in sogenannten Kalkkasten, welche $2—2^1/_2{}^m$ lang, $1^1/_4—1^1/_2{}^m$ breit, aus Brettern zusammengeschlagen und an den Kanten mit $40—45^{zm}$ hohen Seitenwänden versehen sind. An einer der schmalen Seiten haben sie einen $15—18^{zm}$ breiten hölzernen senkrechten Schieber, welcher die Oeffnung schließt, aus der man den gelöschten Kalk in die vor dem Kalkkasten gemachte Kalkgrube laufen läßt, weshalb der Kasten nach der Grube hin etwas geneigt wird. Je eher das Löschen nach dem Brennen geschehen kann, desto besser gedeiht der Kalk, denn auch das sorgfältigste Verpacken in Tonnen hindert nicht, daß er nicht mehr oder weniger Feuchtgkeit aus der Luft einsauge und sich selbst zum Theil

ablösche. Man legt die Steine im Kalkkasten flach auseinander, begießt sie mit so viel Wasser, daß sie knisternd zerbersten, aufschwellen und zerplatzen; dann gießt man nach und nach mehr Wasser zu, zerstößt und zerrührt die Masse mit der Löschkrücke, bis sie sich zu einem gleichförmigen Brei gestaltet. Dieser wird in die Kalkgrube abgelassen und dann der Kalkkasten auf's Neue gefüllt. Der Kalk ist abgelöscht, wenn bei dem Löschen der Dampf sich völlig gelegt und der Kalk nicht mehr schäumt, sondern einer fetten Milch ähnlich ist. Daß weiches Wasser zu nehmen, ist bereits bemerkt worden.

Werden Seemuscheln zu Kalk gebrannt und gelöscht, so müssen sie vor dem Brennen in süßem Wasser sorgfältig von allen Salztheilen gereinigt und ausgewaschen werden, weil solcher Kalk sonst nie trocknen würde, und leicht den Mauerfraß erzeugen könnte.

Gemauerte oder sorgfältig mit Brettern ausgeschaalte Kalkgruben sind viel besser als solche, welche bloß ohne Ausmauerung in die Erde gegraben werden, da letztere besonders im Anfange des Einlöschens dem Kalke zu schnell alles Wasser entziehen und der Kalk demnach nicht nachlöschen kann (wie man es nennt).

Ferner ist es bequem, die Kalkgrube nach solchen Maaßen anzulegen, daß man, wenn sie gefüllt ist, leicht berechnen kann, wie viel Kubikmeter gelöschten Kalkes sie enthält, um beurtheilen zu können, wie viel Kubikmeter gelöschten Kalk eine Tonne ungelöschter Kalk gegeben hat. Gewöhnlich sind die Kalkgruben 2—4^{m} lang, 2—4^{m} breit und 2^{m} tief. Tiefer macht man sie nicht gern, weil sonst der Kalk zu schwer heraus zu werfen ist.

In der Kalkgrube wird der gelöschte Kalk gesammelt (eingesumpft). Hier wird der Kalk, je länger er liegt, um so fetter und speckiger, indem sich die in der Kalkbank immer noch nicht vollständig erfolgte Ablöschung fortsetzt. Es ist dies jedoch nicht bei allen Kalkarten der Fall; die sogenannten hydraulischen Kalke werden bald ganz fest in der Grube und untauglich zur Mörtelbereitung. Der Kalkbrei senkt sich auf den Boden der Grube, und das überflüssige Wasser steigt oben auf, wo es verdunstet oder auch abgeschöpft werden kann; hatte man aber zu wenig Wasser beim Löschen verwandt, so ist der Kalk gerissen oder geborsten. Wie früher bemerkt wurde, verliert der Kalkstein beim Brennen die Kohlensäure; bleibt aber der gelöschte Kalk längere Zeit in der Grube der Luft ausgesetzt, so nimmt er einen Theil Kohlensäure aus der Luft auf, erhärtet an der Oberfläche und verliert dann seine Bindekraft. Um dies zu verhindern, muß man die Oberfläche

einige ^{zm} hoch mit Sand bedecken; für eine kurze Zeit, wie über Nacht, bedeckt man die Grube mit Brettern.

Beim Löschen der trägen oder magern Kalke (wozu auch die weiter unten zu erwähnenden hydraulischen Kalke gehören), die sich langsam und ohne starke Erhitzung ablöschen, sucht man das vollständigere Löschen durch Zusammenhalten der Wärme und der Dämpfe zu bewirken (verdecktes Löschen). Man verrichtet dasselbe entweder in einem verdeckten Kasten, den man mit Kalk füllt, und in welchen man durch eine Oeffnung das Löschwasser eingießt, oder es wird Kalk in größerer Menge aufgehäuft, mit etwas oder so viel Sand oder Zuschlag bedeckt, als man für den Mörtel, der daraus bereitet werden soll, etwa nöthig hat; dann wird das Löschwasser darauf gegossen, wobei man die in der Sanddecke sich öffnenden Risse und Spalten wieder zudeckt. Nach 1—2 Tagen ist gewöhnlich das Löschen erfolgt und das Ganze wird gehörig durcheinander gearbeitet und, wenn der Kalk sehr mager war, bald verwendet, da die mageren Kalke viel schneller trocknen, als die fetten, besonders wenn man den Mörtelsand gleich bei dem Löschen zusetzt. Der Mergelkalk wird immer gleich bei den Kalköfen gelöscht, wobei die vor dem Brande als Ziegel gestrichenen Stücke in Staub zerfallen, welcher dann ohne Nachtheil als gelöschter Kalk blos in Säcken weit transportirt, oder lange aufgehoben werden kann.

f) Die Bereitung des Mörtels. Unter Mauermörtel versteht man jedes Zwischenmittel, welches, in die Fugen des Mauerverbandes gebracht, nach und nach, oder schnell, oder sogleich erhärtet und die Steine zusammenkittend das Mauerwerk zu einer einzigen Masse (wie in einen einzigen großen Stein) vereinigt. Auf dieser Bedingung beruht wenigstens der Begriff eines vollkommenen Mörtels, obgleich nicht alle Mörtel dieselbe ganz erfüllen. Der gewöhnliche Mörtel wird aus Kalk und Sand, oder in manchen Fällen aus Kalk und solchen Bestandtheilen bereitet, welche den Sand vertreten, wie Ziegelmehl, kleingestoßene Töpferscherben, Steinkohlen, Schlacken, Traß ꝛc. Der gewöhnliche Mörtel (Kalk und Sand) wird bei allem gewöhnlichen Mauerwerk angewendet, man nennt ihn auch Luftmörtel, zur Unterscheidung von dem Wassermörtel (hydraulischen Mörtel), der unter dem Wasser erhärtet.

Luftmörtel (gewöhnlicher Mauermörtel) wird aus fettem Kalk und Sand bereitet. Er wird mit der Zeit immer fester und erhärtet selbst zu Stein. Ein merkwürdiges Beispiel hiervon liefert unter

anderm die Westseite der Marienkirche zu Greifswald, wo die Mauersteine ganz vom Schlagregen ausgehöhlt, die Kalkfugen aber in ihrer vollen Stärke steinhart stehen geblieben sind.

Bei der gewöhnlichen Anwendung des Mörtels im Mauerwerk trocknet zuerst dessen äußere Fläche, sowie diejenigen Flächen, welche durch Spalten, Risse und kleine Kanäle mit der Luft in Berührung stehen; die inneren noch nassen Theile setzen ihren Wassergehalt jedoch nach und nach an die äußern Kalktheile ab, so daß das Mauerwerk endlich bis in die Mitte hinein trocken wird. Je dicker die Mauern sind, desto langsamer erfolgt das Austrocknen, und man hat Beispiele, daß sehr dicke Mauern nach Jahrhunderten im Innern noch nicht getrocknet waren. Aus diesem Grunde schon kann an neueren Bauten der Mörtel nie so fest erscheinen, als an sehr lange bestehenden.

Unter „Trocknen" des „Luftmörtels" versteht man das Festwerden desselben, dadurch, daß der Kalk Wasser verliert und durch die Berührung mit der Kohlensäure der Luft wiederum kohlensauren, durch die Berührung mit dem Kiesel des Sandes in geringem Grade auch kieselsauren Kalk bildet. Damit die Kohlensäure mit der atmosphärischen Luft zum Kalk dringen könne, ist eine Porosität nothwendig, welche der Sandzusatz veranlaßt. Zu fetter Kalkmörtel wäre demnach durchaus nicht rathsam. In der That hat man fetten Kalk ohne oder mit geringem Sandzusatze innerhalb von Mauern nach Jahrhunderten noch weich und unerhärtet gefunden. Ein anderer Fall tritt ein, sobald man dem Kalke anstatt gewöhnlichen Sandes Kalksteinsand oder Marmorstaub beimengt. Sodann bildet sich sehr schnell kohlensaurer Kalk in der ganzen Masse. Der Mörtel wird zunächst an der Oberfläche und allmählig auch im Innern hart.

Um ein etwas schnelleres Trocknen, namentlich des Mörtelputzes herbeizuführen, muß man die geputzten Räume längere Zeit stark lüften (für Zugluft sorgen), damit mit der frischen Luft das überflüssige Wasser als Dampf abgeführt werde. Denselben Zweck sucht man auch durch abwechselndes Heizen und Lüften zu erreichen und kann es etwas mithelfen, wenn man außer dem Ofenfeuer auch noch ein Becken mit glühendem Coaksfeuer aufstellt, welches beim Verbrennen sehr viel Wasserdampf der Luft anzieht; aber immerhin ist eine gewisse Zeit erforderlich, selbst wenn die Mauern, ehe sie geputzt wurden, ziemlich gut ausgetrocknet waren.

Der Luftmörtel wird aus dem Kalke, welcher sich in der Kalkgrube befindet, in der Art bereitet, daß man diesen, da er gewöhnlich

schon etwas dick geworden ist, mit einem mäßigen Zusatze von Wasser und dem erforderlichen Sande so lange untereinander schlägt, bis alles gleichmäßig gemengt und keine Klümpchen mehr vorhanden sind. Den bereits mit Sand gemischten Mörtel noch längere Zeit vor dem Vermauern aufzubewahren, taugt gar nichts. Der bloße Kalkbrei kann zwar bei ganz glatten Mauersteinen auch als Kalk und Mörtel dienen, wenn er zwischen genau aufeinander passenden Steinflächen in einer sehr dünnen Lage zu liegen kommt, da in diesem Falle das Wasser nach und nach von den Steinen aufgenommen wird, und der Brei zu einer festen Lage austrocknet; aber zwischen rauhen und unebenen Steinen ist er nicht anwendbar, weil er in dicken Lagen zerreißt und im Innern weich bleibt.

Die gleichförmige Beimengung des Sandes hat dagegen den Vortheil, daß bei rauher Oberfläche der Steine die Erhärtung des Mörtels allmählig vor sich geht. Ueberdies dient der Sandzusatz zur Ersparung des Kalkes selbst, d. h. zur Vermeidung einer überflüssigen und unnützen Verwendung desselben.

g) Der Sand zum Mörtel. Er muß aus reinem Gestein bestehen und möglichst viel Kiesel enthalten. Ganz besonders aber darf er weder lösliche Theile noch organische Reste enthalten; denn die ersteren, wie Thon und Lehm, heben die Bindekraft des Kalkes auf, und zwar um so mehr, je mehr davon im Sande enthalten sind; die organischen Reste werden außerdem als Humus zersetzt und befördern den Mauerfraß. Sand mit scharfen Ecken und Kanten ist besser, als solcher mit runden Körnern, weil bei ersterem sich eine größere Porosität für den Luftzutritt zum Erhärten bildet.

Es giebt für den Maurer 3 Arten von Sand, nämlich feinen, welcher zu den sogenannten Putzarbeiten und Dachdeckungen genommen wird; mittelgroben Sand für gewöhnliches Ziegelmauerwerk, und ganz groben Sand (Grand, Schotter), welcher zu Bruch- und Feldsteinmauern verwendet wird.

Der feine Sand macht den Mörtel zu gleichförmig dicht, und verzögert dadurch das Erhärten desselben; der mittelgrobe Sand eignet sich daher besser, er läßt jedoch zwischen den einzelnen Körnern zu große Zwischenräume, die blos mit Kalk ausgefüllt sind; da aber der Kalk beim Trocknen eine größere Anziehung an den Sand zeigt als zu Kalktheilen selbst, so ist begreiflich, daß solcher Mörtel, wo verhältnißmäßig viele größere Kalkklümpchen darin sind, nicht so fest halten wird, als solcher Mörtel, wo der Kalk gleichmäßiger vertheilt ist

Deshalb ist es am besten, wenn man den groben Sand mit soviel feinem Sande mengt, daß dieser noch die, zwischen dem groben Sande bleibenden Zwischenräume auszufüllen im Stande ist. Man kann dies Verhältniß durch einen Versuch finden, wenn man mit dem groben Sande zuerst ein Maaß füllt, und dann durch Schütteln noch so viel feineren Sand hinzufügt, bis der Umfang sich zu vermehren anfängt. Dasselbe gilt bei der Mengung von dreierlei Sorten.

Um dem Kalke nicht mehr Sand zuzusetzen, als er seiner Natur nach vertragen kann, macht man folgende einfache Probe: man gießt zu dem Sande so viel Wasser, bis der Sand vollgesogen und das Wasser nicht mehr einzieht. So groß wie nun das Verhältniß des wirklich verschluckten Wassers zum Sande ist, eben so ist das Verhältniß des Kalkes zum Sande, da der Kalk, ebenso wie vorhin das Wasser, jedes Sandkörnchen umhüllen soll. Verschluckte demnach der Sand $1/3$ seines Volumens an Wasser, so muß man zu 3 Theilen Sand 1 Theil Kalk nehmen u. s. w.

Setzt man dem Mörtel zu wenig Sand zu, so bleiben zu viel reine Kalkklümpchen, welche schwerer austrocknen und weniger Bindekraft haben, als wenn gerade hinlänglich Sand zugesetzt wurde. Setzt man zu viel Sand zu, so können die Sandkörner nicht hinlänglich mit Kalk umhüllt werden und die Bindekraft hört abermals auf.

Die geringste Menge Kalk würde diejenige sein, welche einem bestimmten Maaße von Sand (z. B. einem Kubikmeter) zugesetzt, das Maaß selbst (den Umfang desselben) nicht vergrößerte. Ein Zusatz von doppelt so viel Sand, als man Kalk genommen, wird dieser Bedingung am besten entsprechen, und in den Bauanschlägen wird man nie einen Fehler begehen, wenn man z. B. auf 4 Kb^m gelöschten Kalk 8 Kb^m Mörtelsand rechnet. Fetter Kalk verträgt am meisten Sand, und auf 1 Kb^m des eingesumpften Breies von solchem Kalk rechnet man 3—4 Kb^m Sand. Magerer Kalk verträgt weniger Sand (auf 1 Kb^m 1 bis $2^1/_2$ Kb^m Sand), besonders wenn er verdeckt gelöscht wurde, und folglich schon einen Zusatz von Sand erhalten hat. Auch der nicht gut gebrannte Kalk verträgt wenig Sand.

Ist der Sand mit Steinchen gemischt, so muß er durch ein Drahtsieb gesiebt werden, etwa 1^m im Quadrat groß, wo auf jeden Zentimeter Maaß 2 quadratische Oeffnungen des Geflechtes gehen; bei scharfem Flußsand, der mit größeren Steinchen gemischt ist, und für Bruchsteinmauerwerk wendet man den Durchwurf an, der aus einem Rahmen von etwa $1^1/_2{}^m$ lichter Höhe und 1^m lichter Breite

besteht, in welchem schwache Drahtstäbe, die lothrecht von oben nach unten laufen, befestigt sind. Querstäbe sind gewöhnlich nicht vorhanden. Der Durchwurf hat an der Rückseite eine bewegliche Stütze, so daß er beliebig schräg gestellt werden kann. Der Arbeiter steht seitlich vor dem Durchwurf. Der durchgeworfene Sand wird von Zeit zu Zeit bei Seite gebracht, oder der Durchwurf verrückt. Um ganz feinen Sand zu feinen Putzarbeiten zu bekommen, siebt man den Sand auch durch ein feines, gewöhnlich rundes Sieb (Haarsieb).

Unreiner, mit erdigen Theilen gemischter Sand wird mit einer Schaufel gewurft. Die erdigen Theile bleiben in geringer Entfernung von der Wurfschaufel liegen, weil sie leichter sind als die weiterhin fliegenden Steinkörnchen. Man stelle sich dies Wurfen ganz ebenso vor, wie man das Getreide wurft, um die Spreu von den Körnern zu sondern. Der Sand muß hierzu hinlänglich trocken sein. Meeressand reinigt man am besten von dem ihm anklebenden Salze, wenn man eine große Quantität davon auf eine abhängige Fläche fährt, etwa 50^{zm} dick, denselben mit kleinen Abzugsgräben versieht, und ihn so mindestens den Spätherbst, Winter und Frühling hindurch von Regen und Schnee auslaugen läßt, denselben auch einigemal umsticht, daß die unteren Theile nach oben kommen. Im allgemeinen eignet sich derselbe aber überhaupt nicht zur Mörtelbereitung wegen der rundlichen Form der Körner sowie des schwer zu beseitigenden Salzgehalts.

Die gewöhnliche Probe, ob der Mörtelsand gut sei, ist, daß man etwas davon in der Hand zusammendrückt und reibt; fühlt der Sand sich scharf an, so daß man fast alle einzelnen Körner spüren kann, und läßt der Sand beim Wegwerfen keinen Staub oder andere Unreinigkeiten zurück, so ist er gut.

h) Hydraulische Kalke, Wassermörtel und Cemente. Man versteht darunter diejenigen Mörtel, welche die Eigenschaft haben, unter Wasser oder an feuchten Orten zu erhärten. Den Bestandtheilen nach sind Cemente eine Mischung von Kalk mit Thonerde, meist in Verbindung mit Kieselsäure, Kali, Natron, auch metallischem Eisen. Diese cementirenden Stoffe, welche dem Kalk die Eigenschaft geben, im Wasser zu erhärten, werden demselben entweder bei dem Löschen oder bald nachher zugesetzt, oder, was besser ist, die Cementzusätze werden mit dem Kalk fein gemahlen, mit Wasser angefeuchtet, zu Ziegeln geformt und gebrannt. Nach dem Brennen werden die Ziegel zu Pulver gestampft, welches gewöhnlich in Tonnen

verpackt, als Cement in den Handel kommt, und je nach der Beschaffenheit verschiedene Namen führt. Außerdem finden sich in der Natur schon solche Mischungen von Thon und Kalk, daß sie, ohne Weiteres gebrannt, einen guten Cement geben, den man zuweilen auch natürlichen Cement nennt, zum Unterschied von den durch Mischung dargestellten oder künstlichen Cementen.

a) Künstlicher hydraulischer Kalk aus gewöhnlichem Kalk und Cementzuschlägen. Wie oben bemerkt, kann man den gewöhnlichen Kalk in hydraulischen umwandeln, wenn man cementirende Stoffe zusetzt. Solche cementirende Stoffe sind gebrannter und gepulverter Thon, also gemahlene Thonscherben, ferner Ziegelmehl, Traß, Puzzolane, Hammerschlag, gepulvertes gewöhnliches Glas, auch thonhaltige Asche von Steinkohlen, Torf, oder gepulverte Eisenschlacken, sowie ausgelaugte Holzasche, Basaltsand, Santorinerde, Wasserglas 2c.

Zu dem Ziegelmehl nimmt man am besten scharfgebrannte Steine, und zwar eignen sich besonders die blaßgelben holländischen Klinker dazu. Traß und Puzzolane sind vulkanische Massen, und wurde der erstere von jetzt ausgebrannten Vulkanen an mehreren Gegenden, besonders am Rhein ausgeworfen; die Puzzolane kommt in der Nähe von Puzzuolo bei Neapel vor. Traß und Puzzolane bestehen hauptsächlich aus Kieselerde und Thon, haben alle diejenigen Bestandtheile, welche, gebrannt und gemahlen, dem Kalke beigemischt die Eigenschaft eines guten Wassermörtels geben.

Schon die Römer wendeten eine Art Puzzolane, die bei Rom vorkommt, nachdem sie gebrannt und gepulvert war, als Cementzuschlag zum Luftkalk an, um denselben hydraulisch zu machen; an andern Orten ersetzten sie die Puzzolane durch gebrannten und gemahlenen Thon (Ziegelmehl), und auch bei den gothischen Mauerwerken ist häufig das Ziegelmehl mit andern körnigen Substanzen dem Mörtel beigemischt worden.

Was die Menge der cementirenden Stoffe betrifft, die man dem gewöhnlichen Kalk zuzusetzen hat, um ihn hydraulisch zu machen, so ist diese hauptsächlich davon abhängig, ob der Kalk ein magerer oder fetter ist. Der magere Kalk enthält schon cementirende Stoffe, besonders Thon, und bedarf deshalb weniger Cementzuschlag (Ziegelmehl, Traß, gemahlene Thonscherben 2c.) als der fette. Man wird deshalb die Menge durch einen Versuch im Kleinen bestimmen, indem man den Cementzuschlag (Thonscherben, Traß, Ziegelstücke 2c.) fein pulvert,

denselben mit so viel Kalkbrei vermengt und durchknetet, bis man einen steifen Teig erhält, den man ins Wasser legt. Ist dieser Teig nach 24 Stunden im Wasser nicht zerfallen, sondern steifer geworden, so ist die Mischung gut und man kann erwarten, daß der Mörtel von Tag zu Tag an Härte zunimmt.

Obwohl man, wie bemerkt, eine große Anzahl von Cementzuschlägen hat, so wendet man doch, wenn der Kalk an und für sich etwas hydraulisch ist, häufig blos Ziegelmehl wegen seiner Wohlfeilheit an, und zwar nimmt man zum Wassermörtel etwa 2 Theile Ziegelmehl und 1 Theil Kalk, wenn der Kalk fett ist, oder 1 Theil Ziegelmehl und 1 Theil Kalk, wenn derselbe magrer ist; außerdem setzt man häufig noch etwas körnigen Sand zu, besonders wenn das Ziegelmehl durch zu schwere Kollersteine zu Staub gemahlen worden ist. An Orten, wo man Traß billig haben kann, wendet man statt des Ziegelmehls Traß an, und zwar nimmt man zu gutem Wassermörtel gar keinen Sand, sondern wenn der Kalk fett ist, auf 1 Theil Kalk 2 Theile Traß; zu Wassermörtel für Mauerwerk, das nur zeitweise unter Wasser steht, nimmt man auf 1 Theil Kalk blos 1 Theil Traß und so viel Sand, daß der Mörtel mauerrecht wird, also gut von der Kelle herunter geht. Der zu verwendende Traß muß nicht ein staubiges, sondern ganz feinkörniges Pulver sein. Um vor Verfälschungen sicher zu sein, thut man am besten, ungemahlene gute Traßsteine zu kaufen und dieselben dann stampfen oder mahlen zu lassen; andernfalls kann man die Verfälschung durch Sand erkennen, indem man Traß in einem Glase mit Wasser anrührt, wo beim Setzenlassen etwa beigemischter Sand zuerst niederfällt. Der Traß enthält in 100 Gewichtstheilen nahezu 49 Theile Kieselerde, $5^1/_2$ Theile Kalk, 19 Theile Thonerde, $13^1/_3$ Theile Eisenoxyd; Talkerde, Kali und Natron zusammen $6^1/_3$ Theile; Wasser $7^2/_3$ Theile. In ähnlichen Verhältnissen, wie für Traß angegeben, benutzt man Chamottemehl, Hammerschlag, Steinkohlenasche, Torfasche ꝛc., entweder einzeln oder mehrere zugleich als Cementzuschlag und setzt dem Mörtel, wenn man sich durch Proben überzeugt hat, daß er es verträgt, auch noch mehr oder weniger Sand zu. Indessen pflegt man das Mauerwerk selbst, namentlich wenn es in fließendem Wasser steht, mit gutem reinem Portland- oder Romancement auszufugen, nachdem die Fugen $2^1/_2$ zm tief ausgekratzt, ausgekehrt und angenäßt worden sind.

In Italien (früher auch in England und Holland) wird jetzt noch vielfach die Puzzolane, die dem Traß ähnlich ist, angewendet; und in

Frankreich giebt es viele Fabriken, welche eine künstliche Puzzolane, nahezu von der Güte der italienischen, herstellen. Um gewöhnlichen Kalk hydraulisch zu machen, nimmt man auf 1 Theil Kalk etwa 2 Theile Puzzolane und mehr oder weniger Sand. Zuweilen setzt man dem hydraulischen Mörtel, wenn er aus Luftkalk bereitet wurde, vor der Verwendung auch noch etwas Staubkalk (an der Luft zerfallenen Kalk) zu, welcher, mit dem Mörtel gut durchgearbeitet, dessen Erhärtung beschleunigt. Man hat indeß darauf zu sehen, daß in dem Staubkalk nicht größere Stücke ungelöschten Kalkes vorhanden sind, welche sich später im Mauerwerk löschen, und da sie dabei einen größeren Raum einnehmen, einen Theil des Mörtels aus den Fugen herausdrängen und so die feste Verbindung beeinträchtigen würden.

Was die Bereitung der hydraulischen Mörtel aus Luftkalk (gewöhnlichem lebendigen fetten Kalk) anbetrifft, so ist schon erwähnt, daß man die Cementzuschläge, als Puzzolane, Traß, Thonscherben rc., nachdem sie fein gemahlen sind, dem Kalke statt des Sandes oder mit etwas Sand entweder, was besser ist, während des Löschens oder, wie es gewöhnlich geschieht, bald nachher in hinreichender Menge zusetzt. Das Ganze wird mit Hacken oder durch Schlagen mit Keulen möglichst gleichförmig durcheinander gearbeitet, so daß ein steifer, zäher geschmeidiger Teig entsteht. Die vollkommen durcheinander gearbeitete Masse muß womöglich sogleich oder doch spätestens am folgenden Tage verarbeitet werden, da sie sonst steif und trocken und unbrauchbar wird. Demnach gilt als Hauptregel, daß man von den hydraulischen Mörteln nie mehr auf einmal anmacht, als man eben bald zu verbrauchen gedenkt, weil der einmal steif gewordene Mörtel nicht mehr bindet und weggeworfen werden muß.

β) Eine andere Art der Bereitung von hydraulischen Kalken ist die, daß man die cementirenden Stoffe dem Kalke nicht erst beim Löschen zusetzt, sondern dieselben mit dem Kalke brennt. Da indeß solche Mischungen von Kalk und cementirenden Stoffen schon in der Natur ungebrannt vorkommen, so wollen wir dieselben zunächst folgen lassen, da man auch von ihnen zur künstlichen Bereitung der Cemente überging.

Bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts benutzte man hauptsächlich Traß und Puzzolane als Zuschlag zum Kalk, um denselben hydraulisch zu machen. Diese Puzzolane wurde von Civita Vecchia (gespr.Weckia) und von Puzzuolo bei Neapel nach England bezogen, führte den Namen römischer Cement, ist aber, wie bemerkt, nur ein

Cementzuschlag zum Kalk. Als die Nachfrage danach größer wurde, suchte man im Inlande selbst nach einem Cementzuschlag und fand an den Ufern und in dem Bette der Themse knollige Massen (Kalksteinnieren), welche aus einem innigen Gemisch von Kalk und Thon in einer ähnlichen Zusammensetzung bestehen, wie sie der durch Puzzolane hydraulisch gemachte Kalk hat. Man hatte also zu diesem in der Themse gefundenen Cementstein gar nichts weiter zuzusetzen. Dieser Cementstein wird gebrannt, nach dem Brennen gepulvert und gesiebt und kommt als römischer oder Roman-Cement in den Handel. Seine Farbe ist schwarzgrau, ähnlich der Farbe der Puzzolane von Civita Vecchia, weshalb er auch römischer Cement heißt. Er erhärtet mit Wasser angemacht sehr schnell, jedoch weniger gut, wenn man ihn mit Mörtelsand vermischt. Er erhärtet unter Wasser noch bei einem Zusatz von 3 Raumtheilen, bei fließendem Wasser darf man ihm indeß höchstens 2 Theile Sand zusetzen. Der Luft ausgesetzt, verschlechtert er sich allmählig bis zur Unbrauchbarkeit, erlangt aber einen ziemlichen Grad der Bindefähigkeit wieder, wenn man ihn unter fortwährendem Umrühren in einem eisernen Kessel einige Zeit kochen läßt, wobei er ähnlich wie Gyps aufwallt. Mit gewöhnlichem Mauermörtel scheint sich der Roman-Cement nicht zu verbinden. Der Cementstein wird in England theils in Rost-, theils in Schachtöfen und auch in Meilern gebrannt, dann gestampft, gemahlen, gesiebt und in Tonnen verpackt, welche im Innern mit Papier verklebt sind, damit er beim Seetransport nicht leide.

Solche Cement- oder Themsesteine brachten die Schiffer oft als Ballaststeine nach Hamburg, und es wurde in den dortigen Fabriken ein eben so guter Cement gemacht, als in England; ein Gleiches geschieht noch jetzt in Berlin. Aber auch in Deutschland finden sich an vielen Orten innige Gemenge von Kalkerde und Thon, die, ohne weiteren Zuschlag gebrannt, einen guten Cement geben. Es sind dies die sogenannten Mergelkalke, also thonhaltige Kalke, die, wenn sie zur Cementfabrikation geeignet sein sollen, etwa 30 Theile Thon (cementirende Stoffe) auf 100 Theile Mergelkalk enthalten müssen und dann vorzugsweise hydraulische Kalke heißen. Ein solcher hydraulischer Kalk- oder Cementstein (Kalk, der von Thon durchdrungen ist) kommt bei Kassel in so vorzüglicher Mischung vor, daß er, gebrannt, den römischen Cement übertrifft. Aber auch an vielen anderen Orten findet man ähnliche Kalknieren, wie zu London Clay, die einen vollkommen zufriedenstellenden Cement geben, so z. B. der von Minden

und Bielefeld, wozu man die Steine von der Porta bezieht; dem Cement giebt man ebenfalls den Namen Roman-Cement, weil seine Farbe sich der der braunen Puzzolane von Puzzuolo ungefähr nähert. Er erhärtet mit zwei Theilen Sand im fließenden Wasser.

γ) Obwohl die Bereitung des Cements aus natürlich vorkommenden Steinen sehr bequem ist, so wird der Cement doch durch den Transport theuer, und man ist daher bemüht gewesen, die Rohmaterialien künstlich herzustellen da, wo man kein Cementgestein hat.

Es kommt hierbei darauf an, Kalk und Thon in dem Verhältnisse zu mengen, wie es die natürlichen Cementsteine haben. Hat man also einen Mergelkalk, der zu wenig Thon oder zu wenig Kalk enthält, so setzt man ihm das Fehlende zu; wo man diesen nicht hat, nimmt man Thon und Kalk und zwar brennt man erst den Kalk, läßt ihn dann an der Luft zerfallen und mengt ihn mit dem Thon in einer Thonschneidemaschine. Kalkstein sowohl wie Kreide sind beide kohlensaurer Kalk und es hat sich gezeigt, daß die Kreide ganz besonders zur Cementfabrikation geeignet ist.

Durch richtige Bearbeitung und Mengung hat man auf künstlichem Wege einen Cement dargestellt, der die aus natürlichem Gestein gewonnenen Cemente weit übertrifft. Es ist dies

der sogenannte Portland-Cement. Sein Name rührt daher, weil er eine ähnliche Farbe hat mit einem Stein, der in England den Namen Portland führt. Zur Anfertigung des Portland-Cements bedient man sich einer Kreide, die zwischen Mühlsteinen zerkleinert und dann geschlemmt wird, und eines blauen Thones, der an dem Medway-Flusse vorkommt und von sehr großer Feinheit ist. Man macht sowohl von der geschlemmten Kreide wie von dem Thone Ballen, knetet diese durch mit einer Knetmaschine (einem Thonschneider, wie er bei der Ziegelfabrikation erwähnt wurde), formt mit Zusatz von etwas Wasser Ziegel daraus und brennt diese. Nach dem Brennen wird der Cement gemahlen, gesiebt und kommt, in Tonnen verpackt, in den Handel. Dieser Portland-Cement wird wegen der außerordentlichen Festigkeit, die er annimmt, jetzt vielfach zu flachen Gewölben, Wasserbehältern, Wasserröhren, Krippen, Ornamenten und zu Treppenstufen aus Backsteinen (worauf wir beim Bau massiver Treppen zurückkommen werden) benutzt.

Das Brennen der Cementsteine geschieht theils in Rostöfen, theils in Schachtöfen oder in Hoffmannschen Ringöfen; im ersteren Falle bildet man die Feuergänge aus gewöhnlichen Luft- oder Mauerziegeln

und setzt die Cementziegel, nachdem sie getrocknet sind, wie bei der Ziegelbrennerei ein. Außer der richtigen Mengung von Kalk und Cementzuschlag ist es besonders wichtig und schwierig, den richtigen Hitzgrad zu treffen und überall die Hitze gleichmäßig zu vertheilen. Man macht deshalb die Schachtöfen zum Cementbrennen im Allgemeinen kleiner aber höher, als zum Brennen des gewöhnlichen Kalkes; außerdem aber muß man den Hitzgrad, da er für jeden Cement ein anderer und von den Bestandtheilen abhängig ist, durch Versuche ermitteln. Um einen Anhaltepunkt zu gewinnen, formt man aus der ungebrannten Cementmasse Steine, die man an verschiedene Stellen eines Ziegelofens legt, der im Brande ist; pulvert dann die verschieden gebrannten Steine und sieht nach, welcher Cement am besten im Wasser erhärtet, also der beste ist.

Die ältesten Portland-Cementfabriken in Preußen sind folgende: die des Consul Quistorp auf Wollin, welche dortige Kreide und Thon verarbeitet, die Actien-Cementfabrik zu Frauendorf bei Stettin und die Bonner Portland-Cementfabrik; die letztere versorgt die westlichen Provinzen, die ersteren beiden versorgen zum großen Theil die östlichen Provinzen mit Portland-Cement, den man häufig dem englischen vorzieht, was zum Theil dem Umstande zuzuschreiben ist, daß der inländische Cement meistens Landtransport erleidet. Im Uebrigen kann man häufig zwei Sorten bekommen, eine, die schnell erhärtet und eine, die langsamer erhärtet.

Die große Menge anderer künstlicher Cemente und hydraulischer Kalke, welche man von verschiedenen Orten fertig beziehen kann, übergehen wir, da sie sich in ihrer Zusammensetzung und in ihrem Verhalten mehr oder weniger den besprochenen nähern und durch den Portland-Cement fast durchgängig verdrängt sind. Wir theilen nur noch die Zusammensetzung des Portland-Cementes mit; derselbe enthält in 100 Gewichtstheilen rund 54 Theile Kalk, $22\frac{1}{4}$ Theile Kieselerde, $7\frac{3}{4}$ Theile Thonerde, $5\frac{1}{3}$ Theile Eisenoxyd (Eisenrost), $3\frac{1}{2}$ Theile Natron, Kali und Magnesia, $7\frac{1}{6}$ Theile Kohlensäure, Phosphor, Schwefel, Thonsand und Wasser.

Guter Portland-Cement verträgt, in fließendem Wasser verwendet, bis 4 Theile Sand; zum Ausfugen setzt man gewöhnlich nur ein Theil oder gar keinen Sand zu; er erhärtet noch mit 6 Theilen Sand im Wasser, darf aber alsdann erst eingebracht werden, wenn er bereits anfängt etwas anzuziehen.

Die meisten Cemente geben einen besseren, schneller erhärtenden

Mörtel, wenn sie nur mit Wasser ohne Sandzusatz zu einem dicken Brei eingerührt werden. Die Menge des Wassers und des Sandes, welche man zusetzen darf, ohne die Erhärtung des Cementes unter Wasser zu beeinträchtigen, wird am Besten für jede Cementart durch Versuche festgestellt. Preisangaben, Bezugsquellen und Analysen von Cementen findet man zusammengestellt in dem Hülfsbuch zur Anfertigung von Bau-Anschlägen von C. Schwatlo, Königl. Bauinspector, Halle, 6. Auflage, 1874.

Die zu vermauernden Steine werden vor dem Vermauern in den Wassereimer getaucht, da der Cement an den staubigen trockenen Oberflächen derselben nicht haftet. Hierauf muß der Mörtel, besonders wenn man Portland-Cement oder Roman-Cement mit wenig Sandzusatz anwendete, sogleich unter Wasser kommen, weil er sonst an der Luft Risse bekommt und an Bindekraft verliert.

In den Fällen, wo der hydraulische Mörtel oder Cement an freier Luft trocknen muß, ist darauf zu sehen, daß die Arbeit einige Wochen lang in einem feuchten Zustande erhalten werde, weshalb sie häufig mit Wasser benetzt werden muß, weil der Mörtel bei schnellem Austrocknen Risse bekommt. Man pflegt in diesem Falle dem Cement einen größeren Sandzusatz zu geben; dasselbe geschieht, wenn der Cement bei feuchten Mauern, Wettergiebeln, Fundamenten 2c. angewendet wird.

Außerdem benutzt man die Cemente und hydraulischen Kalke zum Béton, Grob- oder Steinmörtel. Man kauft dazu entweder fertigen Cement oder hydraulischen Kalk, dem man ziemlich viel Sand zusetzt (z. B. dem Portland-Cement bis 5 Theile Sand), oder man stellt sich zunächst einen hydraulischen Kalk her, indem man dem gebrannten Kalk, je nachdem er mager oder fett ist, mehr oder weniger cementirende Stoffe am besten gleich beim Löschen beimengt, also 1 bis 2 Theile Traß, oder 1 Theil Traß, 1 Theil Ziegelmehl, oder 1 bis 2 Theile Steinkohlenasche oder gepulverte Schlacken 2c. und außerdem Sand. Auf ein Raumtheil dieses Mörtels werden zwei bis drei Raumtheile grober Kies, Ziegelstücke oder Gerölle zugesetzt und durcheinandergearbeitet, und sobald die Masse anfängt trocken zu werden, wird sie eingetragen und festgestoßen. Den Gebrauch des Béton werden wir später kennen lernen.

Man hat, wie bemerkt, eine große Menge von Cementen und hydraulischen Mörteln; die Erhärtung ist indeß noch nicht wissenschaftlich begründet. Fest steht allein, daß die Wasserbeständigkeit des

Cements in der Bildung kieselhaltiger Stoffe, wie kieselsauren Kalkes rc. beruht. Im gewöhnlichen Leben nennt man das Festwerden einfach das „Trocknen" oder „Erhärten."

Professor Manger giebt nach angestellten Versuchen über Erhärtung der Cemente folgende Urtheile:

1) Die langsam erhärtenden Portland-Cemente haben eine ungleich größere Festigkeit als die schnell erhärtenden.

2) Die in preußischen Fabriken erzeugten Portland-Cemente stehen den englischen nicht nach.

3) Die feste Erhärtung des Portland-Cementes unter Wasser erfolgt in circa 7 Wochen, die wirkliche Versteinerung dagegen erst in 14 Wochen.

4) Nach einer längeren Zeit als 14 Wochen nimmt die Festigkeit noch etwas aber nur unbedeutend zu.

5) Die Festigkeit des Portland-Cementes, wenn er einige Wochen der Luft ausgesetzt wird, nachdem er unter Wasser erhärtet war, verringert sich.

6) Den schnell erhärtenden Portland-Cementen dürfen höchstens 2 Theile Sand beigemischt werden, wenn sie unter Wasser einen ausreichend guten Wassermörtel geben sollen, wogegen sehr langsam erhärtende, wie der Stettiner, bei 4 Theilen Sand noch einen sehr brauchbaren Mörtel geben.

7) Die schnell erhärtenden Portland-Cemente vertragen eine um so geringere Sandbeimischung, je schneller sie anfänglich erhärten.

8) Die Versteinerung des Portland-Cementes geschieht um so langsamer, je größer der Sandzusatz ist.

Zur Herstellung größerer Mengen von Luft- oder hydraulischen Mörteln benutzt man zuweilen Mörtelmaschinen, z. B. den Thonschneider (die runde Messertrommel). Figur 40—42 zeigen eine solche Mörtelmaschine in der Ansicht, im Querschnitt und im Längenschnitt. Die Trommel liegt horizontal, die senkrecht stehende Vorder- und Hinterwand sind durch eine in Zapfenlagern drehbare eiserne Axe verbunden, und rings um die Axe sitzen, in geringen Entfernungen von einander, eiserne Messer. Die Umdrehung der eisernen Axe geschieht entweder durch Kurbeln mit Menschenhänden oder durch eine andere Betriebskraft. In der Vorderwand befindet sich eine viereckige Oeffnung, welche durch einen Schütz geschlossen wird. Durch diese Oeffnung wird der durchgearbeitete Mörtel aus der Trommel entfernt. Auch läßt man die Durcharbeitung durch Räder vornehmen, die den

Sand ebenso mit dem Mörtel durcharbeiten wie dies gewöhnliche Wagenräder mit dem feuchten Chausseeschlamm thun. An einer

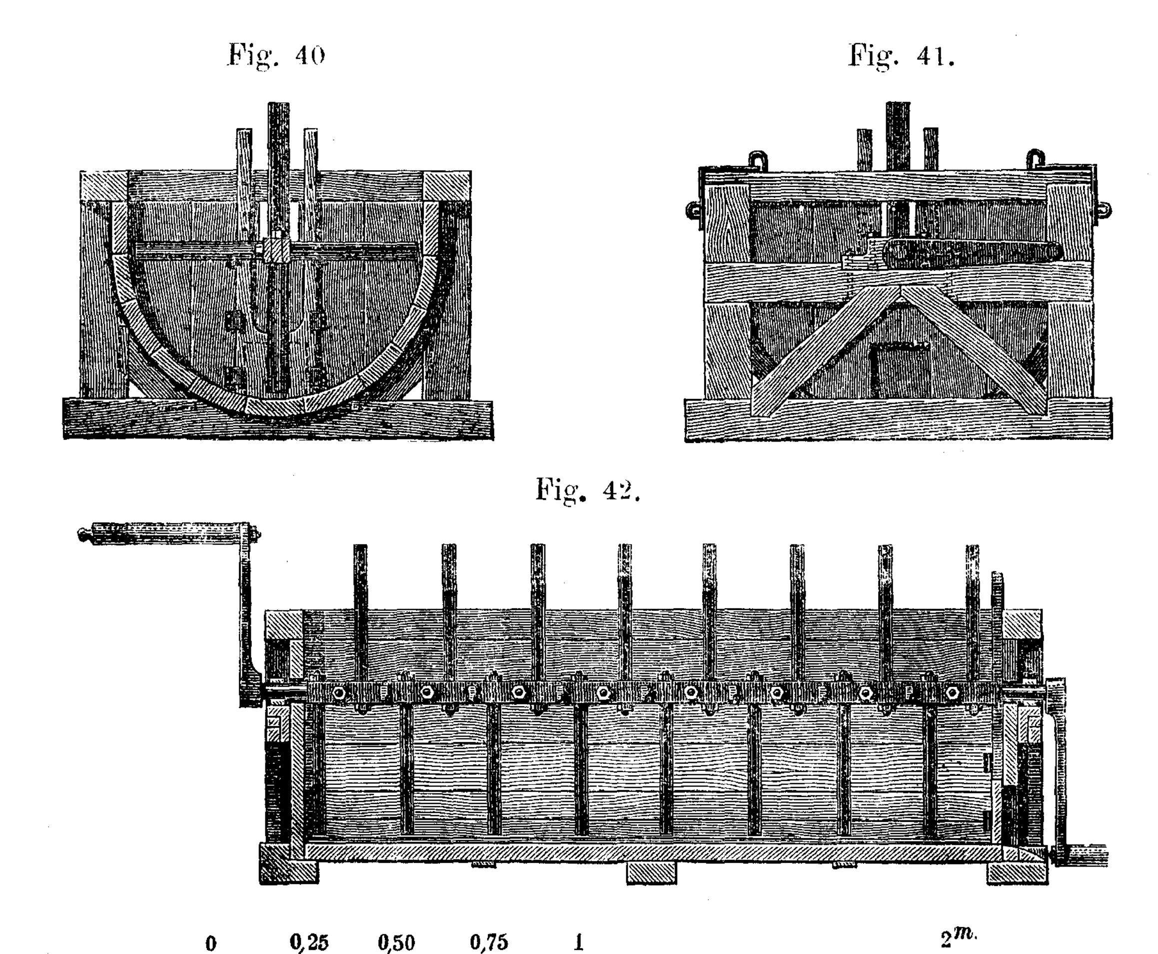


Fig. 40 Fig. 41. Fig. 42.

senkrechten Welle mit Göpel, der durch Pferde oder Ochsen bewegt wird, sind gewöhnlich drei horizontale Wellen befestigt, an deren Enden ein Rad sitzt. Diese drei Räder haben entweder blos einen Radkranz, oder eins etwa ist ein Doppelrad, so daß dann zwischen beiden Kränzen ein Zwischenraum von etwa 5^{zm} verbleibt. Diese Räder laufen in einer Rinne, in welche Kalk mit Wasser und erst wenig, dann mehr Sand eingebracht und durch die Umdrehung der Räder gemischt werden. Unter der Bahn befindet sich ein hohler Raum, in welchen man den durchgearbeiteten Kalk durch Ziehen eines Schiebers von Zeit zu Zeit abläßt, von wo er dann nach der Verwendungsstelle transportirt wird. Will man statt dieser Art Wagenräder eine Art Mühlsteine, sogenannte Kollersteine (von Gußeisen), zum Mischen des Mörtels anwenden, so dürfen dieselben nicht so schwer sein, daß die Sandkörnchen zu Staub zermalmt werden, weil dann ein ganz unbrauchbarer Mörtel entsteht.

i) Gyps. Derselbe ist seiner chemischen Verbindung nach schwefelsaurer Kalk. Der Gypsstein zeigt größere oder kleinere mit einander verbundene Krystalle und heißt im letzteren Falle körniger Gyps oder Alabaster; ist der Gyps vollkommen farblos und durchsichtig, so heißt er Marienglas, Fraueneis.

Um den natürlichen Gyps beim Bauen verwenden zu können, muß derselbe gebrannt werden, womit er $1/_5$ seines Gehaltes an Wasser verliert, wonach er gemahlen, demnächst mit Wasser zu einem Brei eingerührt, unter Entwickelung von Wärme sehr schnell erhärtet. Man darf beim Brennen jedoch die Temperatur von $120-130^0$ nicht überschreiten, sonst wird der Gyps verbrannt und verbindet sich nicht mehr genügend mit dem Wasser.

Im Großen brennt (entwässert) man den Gyps in viereckigen Räumen, die von 3 Seiten umschlossen, etwa 3^m hoch, 6^m lang, 3^m breit und oben mit einem Dache versehen sind. Der Gyps wird in diesen Räumen so aufgesetzt, daß an der offenen Seite des Vierecks Schürlöcher (wie bei den Feldziegelöfen) gebildet werden, etwa in Abständen von 1^m von einander. Auf diese Gewölbchen schüttet man den übrigen Gyps. In die Schürlöcher wirft man das Brennmaterial, wozu man solches nimmt, das eine große helle Flamme giebt. Die Flamme durchdringt die ganze Masse und treibt das Wasser aus. Das Feuern muß langsam und mit Vorsicht geschehen, damit nicht die untern Stücke zu stark erhitzt werden, während die obern ihr Wasser noch nicht verloren haben. Kleinere Mengen Gyps zu Stuccaturarbeiten kann man auch in jedem Backofen brennen, und viele Gypsöfen sind den Backöfen ganz gleich und das Verfahren beim Brennen und die nöthige Hitze ähnlich wie beim Backen von Brod.

Ist der Gyps gebrannt, so wird er gleich zerkleinert und auch wohl, wenn man ihn zum Bauen verwenden will, (in Siebtrommeln) gesiebt. Bei Mauerüberzügen wird der grobe zuerst, und darüber der gesiebte aufgetragen. Man setzt ihm mehr oder weniger Wasser zu, je nachdem man will, daß das Auftragen länger oder kürzer dauern soll.

Man mischt den Gyps unter Kalk, um einen feinen Wandputz herzustellen. Auch vergießt man damit eiserne Klammern in Stein (welches jedoch nur im Trocknen anwendbar ist, da der Gyps im Wasser löslich ist, Feuchtigkeit anzieht und dadurch das Eisen rosten macht, auch im Freien angewendet, wenn er naß geworden, sich in den Gußlöchern ausdehnt und die Steine sprengt).

Die Anwendung des gebrannten Gypses als Zusatz zum gewöhnlichen Kalk zum Putz der Decken ꝛc. und Ziehen der Wand- und Decken-Gesimse empfiehlt sich nicht allein dadurch, daß der Gyps durch seine Eigenschaft, das Wasser zu seiner Bindung (Erhärtung) dem Kalkmörtel zu entziehen, die Arbeit des Putzens sehr befördert und erleichtert und somit den Arbeitslohn vermindert, sondern es giebt derselbe dem Kalkmörtel in kurzer Zeit auch eine bedeutende Härte und Festigkeit, er hängt sich besser und fester an Holz, Rohr und Lehm, verhindert das Reißen des Putzes gänzlich und ermöglicht nur allein die Anfertigung eines guten und feinen Putzes und das Ziehen feingegliederter Gesimse, so daß es nicht zu viel gesagt ist, wenn man behauptet, daß der Gyps allein im Stande ist, den inneren Putzarbeiten diejenige Vollendung und Güte zu sichern, die der Cement den äußeren Putzarbeiten (letzterer allerdings mit größeren Geldopfern) zu geben im Stande ist.

Außerdem und hauptsächlich aber empfiehlt sich der gebrannte Gyps durch seine leichte Art des Gebrauchs, die es möglich macht, ihn aller Orts und durch jeden nur einigermaßen geübten Arbeiter zu verwenden, sowie durch seine große Billigkeit gegen alle übrigen Materialien dieser Art.

Mit 300 Liter gelöschtem Steinkalk putzt man mit Zusatz von 3 Theilen Mauersand und 10 Liter gebranntem Gyps eine Deckenfläche von $35,_{00}$ □^{m}, den Putz zu 0,02^{m} Stärke gerechnet, und sind 2 nur einigermaßen geübte Arbeiter im Stande, diese Fläche bequem in einem Arbeitstage zu fertigen. Bei feineren Putzsorten, namentlich Filzputz, verwendet man zum letzten Ueberzug (Aufziehen) einen mit 2 Theilen festem reinen Sande (sogenannten Stubensand) und doppelter Menge Gyps wie vorher angegeben gemengten Kalkmörtel.

Ebenso verfährt man bei den feinen Wand- und Decken-Gesimsen, die erst aus dem Groben mit ordinärem Gyps-Kalkmörtel gezogen und alsdann mit feinem Gyps-Kalkmörtel vollendet werden.

Zu 10 □^{m} Deckenfläche ordinären Putz gebraucht man nach Obigem einen Zusatz von circa 3 Liter gebranntem Gyps, und zu feiner Deckenlage incl. Grundputz circa das 1½fache dieses Quantums, mithin eine so geringe Zulage, die beinahe durch das verminderte Arbeitslohn beim Putzen aufgewogen und sicher durch kein anderes Material dieser Art übertroffen wird. Das Verfahren beim Zusetzen des Gypses zum Kalkmörtel ist einfach folgendes:

Der breiartig eingelöschte (zur Vermeidung des Nachlöschens

circa 4 Wochen alte) Steinkalk wird mit dem nöthigen Zusatz von Sand durchgearbeitet und in diesem ziemlich trockenen Zustande in die Arbeitskasten getragen, die daher nicht zu klein sein oder zu voll getragen werden dürfen. In das zum Erweichen dieses Kalkes nöthige, in einem Eimer befindliche Wasser schüttet man langsam den der Mörtelmasse angemessenen Zusatz von Gyps, rührt ihn mit der Kelle tüchtig um, gießt dies zu dem trockenen Mörtel im Kasten und macht solchen mit dem Spaten gut weich, wodurch sich die gute Vermischung des Gypses mit dem Kalkmörtel ganz von selbst findet. — Ein nunmehriges schnelles Verarbeiten des Mörtels ist eine Hauptbedingung, damit nicht schon eine Bindung (Erhärtung) des Gypskalkmörtels im Kasten stattfindet. Dies ganze Verfahren des Zusetzens und Mischens, sowie die dazu nöthige Menge und der spätere Verbrauch ist so einfach, daß geübte Arbeiter bei Aufhäufung des trockenen Kalkmörtels auf einer Seite des Arbeitskastens, die Mischung des Gypses mit dem nöthigen Wasser im anderen leeren Ende des Kastens vornehmen und dadurch nicht erst einen Theil des Gypses im Eimer verlieren, sowie auch nach der Größe des Arbeitskastens die zu verbrauchende Menge Gyps leicht merken, ohne ein anderes Maaß als ihre hohlen Hände zu gebrauchen. Dasselbe findet beim Verarbeiten statt, da der Arbeiter sehr bald inne wird, wie leicht und bequem sich der Gyps-Kalkmörtel verarbeiten und der Putz sich reiben und glätten läßt, wenn das Auswerfen und die Arbeit überhaupt nicht zu langsam geschieht.

Eine, wenn nicht die erste, doch die zweite und dritte angestellte Probe wird die Wahrheit leicht darthun und einem Material den allgemeinen Eingang und Verbrauch verschaffen, den es in jeder Beziehung verdient und wie er es in den Gegenden so vielfach findet, wo es schon länger bekannt und eingeführt ist und wo ein Aufgeben desselben eine nicht anderweitig auszufüllende Lücke verursachen, sogar eine Unmöglichkeit sein würde.

Durch den Zusatz von etwas Leimauflösung zum Wasser kann das Erhärten des Kalkgypsputzes nach Belieben verzögert werden, so hält z. B. 1/4 Pfund Leim pro Eimer Wasser das Abbinden um 1/4 Stunde auf.

Beim Anmachen kleiner Quantitäten Gyps nimmt man soviel Wasser als man Masse zu brauchen gedenkt und streut den Gyps ganz lose hinein, derart, daß das Wasser an allen Stellen so eben bedeckt ist; man darf aber das Wasser nicht auf den gebrannten Gyps gießen.

Der Gypsmörtel ist ferner dem Kalkmörtel da vorzuziehen, wo die Wände wegen der Nähe faulender vegetabilischer Stoffe beschlagen, wie dies in der Nähe von Abtritten, Ställen u. s. w. der Fall ist. Die faulenden Substanzen erzeugen nämlich Salpetersäure, die mit dem Kalk näher als die Kohlensäure verwandt ist. Es verbindet sich also in solchen Fällen die Salpetersäure mit dem Kalk, während sich die Kohlensäure mit der Luft verbindet und fortgeführt wird. Der hierdurch entstehende salpetersaure Kalk hat eine starke Verwandtschaft zum Wasser, zieht dasselbe aus der Luft an und verursacht dadurch die feuchten Wände. Enthält der Mörtel, mit dem dergleichen Wände gemauert wurden, Kochsalz, so wird dasselbe von dem angezogenen Wasser aufgelöst, die Salzsäure desselben verbindet sich mit der Salpetersäure des Kalkes, das Natron desselben wird dadurch frei und schießt in der Form eines weißen mehligen Beschlages aus. Diese Uebelstände sind dadurch entschieden zu beseitigen, daß man dergleichen Mauern anstatt mit Kalk- mit Gyps-Mörtel aufführt, denn die Schwefelsäure im Gypse hat eine nähere Verwandtschaft zum Kalk, als die aus den faulenden Substanzen sich entwickelnde Salpetersäure, diese kann sich also nicht mit dem Kalke verbinden, sondern bleibt frei und wird von der Luft fortgeführt, während die Mauern trocken bleiben.

Ferner verwendet man den Gyps anstatt des Cements zu flachen Gewölben, wo seine schnelle Bindekraft den Seitenschub derselben vermindert, sowie sehr allgemein zur Anfertigung von Gesimsen und Ornamenten im Aeußern und Innern von Gebäuden. Diese Stückverzierungen werden in Leimformen stückweise gegossen und an Ort und Stelle mittelst Gypsmörtels und eiserner Schrauben und Haken nach Bedürfniß befestigt.

Auch gebraucht man den Gyps zur Anfertigung von Stucco und sogenanntem künstlichen Marmor, zu Wandverzierungen und Säulen. Man verwendet hierzu reine ausgesuchte Gypsstücke von der Größe eines Taubeneies, welche man in einem geheizten Backofen so lange liegen läßt, bis nur noch eine kleine Spur unzersetzt geblieben ist. Er wird, wenn er erkaltet ist, sogleich pulverisirt und gesiebt. Auf den festen Grund, welcher aus einer Mischung von gleichen Theilen Gyps und grobkörnigem Grundsand besteht und auf die rauh gemachte Oberfläche des Steins vorher aufgetragen ist, bringt man die Stuckmarmormasse, welche aus feingesiebtem Gyps, den verlangten Farbestoffen und Leimwasser bereitet ist. Will man buntfarbigen,

geaderten Marmor nachahmen, so bereitet man sich Gypsmassen in den verlangten Farben, zerbröckelt dieselben nach der Erhärtung, und mengt diese Stücke der aufzutragenden Gypsmasse bei.

Ist der Gyps gut erhärtet, so macht man zuerst die Oberfläche, welche man mit einem nassen Schwamme anfeuchtet, mit einem Hobel, dann mit grobem und nachher mit feinerem Bimsstein eben. Auf die Oberfläche des trocknen Gypses verbreitet man darauf eine klare Brühe von Gyps und einer stärkern Leimlösung als vorher, und reibt sie mit den Händen ein; ist der Gyps ganz trocken, so polirt man ihn mit sehr feinem Tripel vermittelst eines Ballens von feiner Leinwand, fährt dann mit einer in Olivenöl getränkten Bürste über die ganze Oberfläche, und wiederholt, wenn sie trocken geworden ist, das Poliren mit Tripel und Ueberziehen mit Olivenöl noch einmal. Statt des Olivenöls wendet man auch Wachs, das in Terpentinöl gelöst ist, an.

Die Gypssteine werden in großen Stücken und in sogenannten Kothen (kleinen Stücken) verkauft; sind die Stücke sehr klein, so werden sie zu Gypsmehl verbrannt.

Die Steine werden in Prahmen 6,6^{m} lang, 2,3^{m} breit, 78^{zm} hoch gesetzt, im Verkauf wird ein Prahm 98^{k} geschätzt. Der gebrannte und pulverisirte Gyps wird für gut gehalten, wenn derselbe, in der Hand gedrückt und gerieben, eine Art von Fettigkeit spüren läßt. Ist er rauh und trocken, so taugt er nicht. Beim Anmachen des Gypses in geringeren Mengen gießt man erst Wasser in das Gefäß und wirft mit der Kelle oder der Hand so viel Gyps hinein, als das Wasser verschluckt, und rührt ihn dann mit der Kelle durch. Entwickelt dabei der Gyps einen Geruch, wie faule Eier, so rührt dies daher, daß beim Brennen einzelne Partien dem Brennmaterial zu nahe gekommen sind und dadurch eine Art Schwefelleber entstand; man schichtet deshalb beim Brennen den Gyps nicht abwechselnd mit dem Brennmaterial, wie beim Kalkbrennen, sondern getrennt, damit ermöglichst wenig verunreinigt werde.

Man muß nie mehr Gypsmehl anmachen, als man eben verbrauchen will, weil der Gyps sogleich steif wird und dann nicht mehr zu brauchen ist. Das Volumen des Gypses fällt um $^1/_4$ zusammen, wenn er mit Wasser angemacht wird.

Wo der Gyps häufig ist, wird er zu Mauermörtel verbraucht, auch zu Fußböden und Estrichen.

Der Gyps wird entweder ohne Zusatz von Sand verbraucht, oder dem Mauermörtel zugesetzt. Braucht man den Gyps zu Mauern,

welche der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, so trocknet der Mörtel **nie** und bindet auch nicht.

Da der Gyps im Aeußern nicht dauerhaft ist, und im entgegengesetzen Falle zu schnell bindet, so pflegt man äußere Verzierungen, welche nicht später Oelanstrich erhalten, aus $^2/_3$ Gyps und $^1/_3$ Kalkmörtel mit starkem Leimwasser angerührt zu fertigen.

Des schnelleren Bindens wegen nimmt man zu gerohrten Stubendecken etwas Gyps, obgleich bei gutem Kalk derselbe nicht eben erforderlich ist.

Zu feinen Arbeiten erhitzt man den Gyps in einem Kessel über dem Feuer, wodurch er förmlich wie kochend aufwallt, und sowohl an Feinheit als Festigkeit gewinnt.

Zweite Abtheilung.

Der Baugrund. Die Gründung der Gebäude.

§. 19. Der Baugrund.

Von allen bei einem Bau vorzunehmenden Geschäften ist unstreitig das wichtigste: zu untersuchen, ob der Untergrund, auf welchem das Gebäude zu stehen kommt, auch im Stande sein wird, dasselbe zu tragen. Jeder Untergrund nämlich (mit Ausnahme von Felsgrund) wird durch die Last des darauf ruhenden Gebäudes mehr oder weniger zusammengedrückt, je nachdem er weicher oder härter ist. Dieses Zusammendrücken des Untergrundes nennt man das Senken des Gebäudes. Ist der Grund nun sehr weich, so kann eine so starke Senkung des Gebäudes stattfinden, daß sie der Benutzung desselben nachtheilig wird, selbst wenn wir annehmen, daß sie auf allen Punkten ganz gleichgmäßig erfolgte. In den meisten Fällen aber würde die Senkung nicht ganz gleichmäßig erfolgen, theils weil jeder Untergrund an verschiedenen Stellen verschieden dicht ist, theils weil die Mauern eines Gebäudes nicht an allen Stellen gleich stark oder gleich hoch sind, folglich ein ungleicher Druck, mithin ein ungleiches Setzen stattfinden muß, woraus ein Zerreißen der Mauern, ein Schiefstehen derselben, oder auch endlicher Einsturz die unmittelbare Folge sein müßte, selbst wenn alles dies auch erst nach Jahren erfolgen sollte.

Hieraus folgt, daß man vollkommen überzeugt von der Tüchtigkeit eines Baugrundes sein muß, um ein Gebäude mit Sicherheit darauf setzen zu können. Leichte Bauwerke, wie solche von Holz oder Mauerfachwerk, drücken den Untergrund natürlich weniger zusammen, als ganz massive, es können demnach dergleichen leichtere Gebäude zuweilen ohne Gefahr auf solchem Grunde erbaut werden, welcher kein massives Bauwerk zu tragen im Stande wäre.

Es können zwei Fälle eintreten, entweder die Wahl der Baustelle ist frei, oder man ist gezwunden, auf einer bestimmten Stelle zu

bauen. Ist die Wahl frei, so wird man unter allen Umständen am wohlfeilsten und festesten bauen, wenn man den sichersten Baugrund wählt.

Ist der Platz für das Gebäude bestimmt und der Untergrund schlecht, so giebt es zwar viele Mittel, denselben tauglich zu machen, sie sind aber alle kostbar, und es kann sich deshalb sehr leicht ereignen, daß die Kosten für die Fundamente bei weitem den aus dem Ganzen zu ziehenden Nutzen übersteigen. Es ist daher ebenfalls nothwendig, hierbei so vorsichtig als möglich zu Werke zu gehen, denn schon viele Bauherren haben ihre Häuser deshalb nicht fertig bauen können, weil die Ueberwindung des schlechten Grundes ihre Kasse gänzlich erschöpft hatte.

Namentlich bei Landbauten (wo man in der Regel bei der Wahl der Baustelle freiere Hand hat als in Städten) ist es doppelt nothwendig, auf die Wahl einer guten Baustelle bedacht zu sein, da die Wirthschaftsgebäude immer verhältnißmäßig große Flächen einnehmen, und deshalb bei schlechtem Baugrunde ungeheure Kosten für ihre Gründung erwachsen können.

Leider haben wir über die Zusammendrückbarkeit der verschiedenen Erdschichten noch keine bestimmten Gesetze, und wir müssen uns in dieser Hinsicht auf allgemeine, jedoch ziemlich sichere Erfahrungssätze beschränken. Nach natürlichen Gesetzen steht fest: daß ein schwerer Körper um so weniger in einen weichen Boden einsinke, je breiter die Fläche ist, worauf er ruht. Man muß also den Mauern eine so breite Unterlage verschaffen, daß sie sich so wenig wie möglich in den Grund eindrücken, woraus die nach unten immer mehr zunehmende Verbreiterung der Fundamentmauern von selbst folgt.

Der festeste Baugrund ist der Fels. Seine natürliche Beschaffenheit läßt kein Zusammendrücken zu, und es bedarf nichts weiter, als daß man seine Oberfläche möglichst durch Mauerwerk ebnet, um das Gebäude darauf aufzuführen. Sollte die Felsschicht, worauf man bauen will, aber eine schiefe Ebene bilden, so muß man dieselbe in mehrere wagerechte (horizontale) Schichten durch Abhauen oder Absprengen umwandeln, weil eine auf schiefer Ebene aufgeführte Mauer immer das Bestreben behalten würde, abzugleiten. So sicher der Fels als Baugrund an sich ist, so trügerisch und verderblich kann er auch in einzelnen Fällen sein. Es trifft sich nämlich zuweilen, daß innere Höhlungen mit nur schwacher Felsdecke sich in einem Berge befinden, und daß diese schwache Felsdecke unter der Last eines Ge-

mäuers zusammenbrechen müßte. Um nun von der Dichtigkeit der Felslage überzeugt zu sein, stößt man mit einem sogenannten Visitireisen auf den Fels. Ist der Klang voll und hell, so ist der Grund fest, ist der Klang dumpf, so ist der Grund ausgehöhlt und man muß durch Sprengung „oder Bohrung" untersuchen, wie stark die tragbare Schicht ist; findet man sie zu dünn, so muß man Pfeiler in der Höhlung aufführen, diese mit Bogen verbinden und so die darüber zu stehen kommenden Mauern unterstützen. Kommen Risse und Spalten im Felsen vor, so muß man sie mit Mauerwerk füllen, oder mit Bögen überspannen.

Grobkörniger, mit feiner Erde vermischter Sand, so wie auch feinkörniger Sand sind ein guter Baugrund; eben so Lehm, Thon, mehr oder weniger mit Sand gemischt, wenn sie nur trocken liegen. Lehm und Thon aber mit Sand gemischt und vom Wasser durchzogen, sind unsicherer Baugrund, besonders gilt dies von dem nassen, bläulichen (mit Thon gemischten) Sande. Sehr nasser Sand ist ein schlechter Baugrund, am schlechtesten sogenannter Trieb- oder Wellsand; Letten, Mergel, Brucherde, Torf und Wiesenerde sind ebenfalls schlechte Gründe, noch mehr aber der schwimmende Morast, weil er in seiner Zusammendrückbarkeit beinahe dem Wasser gleichsteht.

Die mit Mörtel aufgeführten Mauern drücken sich zwar durch Zusammentrocknen des Mörtels auch um eine Kleinigkeit zusammen, was man das Setzen der Mauern nennt, dies ist jedoch unerheblich und nicht mit dem Senken der Gebäude im Baugrunde zu verwechseln.

Um für ein Gebäude einen verhältnißmäßig festen Baugrund zu erhalten, hängt alles von der Dicke (Mächtigkeit) derjenigen Erdschicht ab, welche das Gebäude unmittelbar zu tragen hat. Bekanntlich wechseln die Erdschichten häufig so, daß weichere auf festeren liegen, oder auch umgekehrt. Die oberste Erdschicht ist allemal weich. Es ist auf dem Lande die sogenannte tragbare Erde (Mutterboden), welche in der Regel eine Dicke von circa $1/2^{m}$ hat; diese Schicht muß unter allen Umständen erst fortgeschafft werden, denn sie würde sich sehr stark zusammendrücken, wenn man ein massives Gebäude darauf setzen wollte. Auch hat sie noch den großen Nachtheil, daß, wenn man sie nicht fortgräbt, sich aus dieser Erdschicht, wegen ihrer vielen Düngertheile (humus), welche sie enthält, gewöhnlich der verwüstende Holzschwamm erzeugt. In den Städten findet sich gewöhnlich aufgefüllter Schutt, welcher auch entfernt werden muß, da er sich ebenfalls zu sehr zusammendrückt.

Ist der Untergrund im Allgemeinen günstig, so findet man unter dem erwähnten Abraume eine feste Erdschicht. Alsdann muß man deren Dicke (Mächtigkeit) untersuchen, um beurtheilen zu können, ob sie im Stande ist, ein darauf gestelltes Gebäude zu tragen. Wie eine solche Untersuchung geschieht, werden wir weiter unten zeigen.

Man nimmt als Erfahrungssatz an, daß eine feste Sandschicht von 2^m oder eine Lehm- oder Thonschicht von $3-4^m$ Mächtigkeit im Stande ist, ein massives Gebäude von 2 bis 3 Stockwerken zu tragen, wenn unter dieser festen Erdschicht auch nur weichere andere Schichten folgen.

Hieraus folgt wieder, daß die Erdschicht um so dünner und um so weniger tauglich wird, ein schweres Gebäude zu tragen, je tiefer man die Fundamente in eine solche Erdschicht hinein legt, das heißt, je mehr man die Mächtigkeit der Erdschicht schwächt.

Deshalb muß man bei einer beschränkten Dicke einer tragbaren Erdschicht dieselbe so wenig schwächen als möglich. Das heißt, man muß die Fudamentmauern so wenig tief als möglich in eine solche Erdschicht versenken.

Ist man genöthigt Kelleranlagen zu machen, so bleibt freilich nichts weiter übrig, als soviel von der tragbaren Erdschicht fortzugraben, als eben zur Tiefe des Kellers erforderlich ist, jedoch wird man sehr gut thun, bei nicht mächtigen Erdschichten den Keller so wenig einzusenken, als es irgend thunlich ist, den Keller also so hoch aus der Erde herauszubauen, wie es nur immer angehen will.

Ist keine Kelleranlage nothwendig, so braucht man auch nie tiefer als 1^m bis höchstens $1^1/_4{}^m$ in die feste Erde mit den Fundamenten hineinzugehen, und zwar aus folgenden Gründen:

1) Das Erdreich erleidet bei sehr starkem Frost oder bei großer Hitze, Nässe oder Trockenheit eine Veränderung seiner Oberfläche bis zu einer Tiefe von etwa 1, höchstens $1^1/_4{}^m$. Gehen nun die Fundamentmauern nicht bis zu dieser Tiefe hinunter, so erstreckt sich die Veränderung des Erdreiches auch unter ihnen hinweg. Große Hitze, Frost und Trockenheit ziehen das Erdreich zusammen, so daß tiefe Risse in demselben entstehen. Geschmolzener Schnee, anhaltender Regen erweichen das Erdreich so, daß es sich leichter zusammendrückt, als wenn es sich im trocknen Zustande befindet. Gehen nun diese Veränderungen bis unter die Sohle der Fundamentmauern, so ist begreiflich, daß dadurch leicht Senkungen, sogar ein Einsturz der Gebäude erfolgen kann. Bei der obenangegebenen Tiefe von $1-1^1/_4{}^m$

ist die Höhe des Abraumes schon mit inbegriffen. Wollte man wegen Schwäche der tragbaren Erdschicht nur $^2/_3{}^m$ in die Erde gehen, so müßte man um das Gebäude herum eine Aufschüttung von mindestens $^2/_3{}^m$ Höhe machen, damit die Fundamente vor Frost, Hitze und Nässe hinlänglich sicher sind.

2) Es ist eine gänzlich falsche Ansicht, wenn man meint, daß das Haus um so fester stehe, je tiefer die Fundamente liegen; es kann, wie wir gesehen haben, bei einer dünnen tragbaren Erdschicht, unter welcher sich eine weiche befindet, dadurch gerade der Ruin des Hauses befördert werden. Die Baumeister des Mittelalters wußten dies sehr gut. So stehen z. B. in Greifswald 3 Kirchen, wovon die größte etwa 25^m im Lichten der Gewölbe hoch ist, ihr massiver Thurm hat 94^m Höhe; nichtsdestoweniger sind die Fundamente der Thürme und Kirchen nur 1^m tief. Der Untergrund ist eine sehr mächtige Lehmschicht und in den 5 bis 600 Jahren, welche diese Gebäude stehen, haben die niedrigen Fundamente durchaus keinen nachtheiligen Einfluß auf die Gebäude geäußert; man wird nach dem Vorhergehenden auch leicht einsehen, daß es gänzlich überflüssig und nur kostenvermehrend gewesen wäre, wenn man die Fundamente noch tiefer hätte machen wollen.

3) Tiefe Fundamente können aber auch nothwendig werden, und zwar in folgendem Falle. Gesetzt man hätte, nachdem man den Abraum durchgestochen, eine weiche Erdschicht gefunden, welche zur Gründung nicht tauglich wäre; unter dieser weichen Erdschicht aber befände sich in einer bestimmten Tiefe eine feste und mächtige Erdlage: so würde man unbedingt am besten thun, den Abraum sowohl, als die weiche Erdlage zu durchstechen und auf der darunter befindlichen festen Erdlage die Fundamentmauern aufzusetzen. In dieser Art wurden die Fundamente des nördlichen Kreuzarmes am Dome zu Köln 16^m tief gegründet. Es könnte hierbei auch vorkommen, daß die Schichten nicht wagerecht wechseln, sondern daß die Fundamente auf einer Stelle tiefer, als auf einer andern gelegt werden müßten. Kämen diese Abweichungen nicht in bedeutenden Abmessungen vor, sondern gleichsam nur wie Löcher in dem festeren Boden, so kann man sich damit helfen, daß diese weicheren Stellen mit starken Gurtbogen im Halbkreis überwölbt werden, auf die man alsdann die übrigen Mauern setzt. Zuweilen kann ein Baugrund durch Ableitung der ihn durchziehenden Gewässer verbessert werden (Drainiren). Der unzuverlässigste Grund, wenn er auch Jahrhunderte gelegen hat,

ist aufgefüllter Boden und Schutt, man muß ihn immer durchgraben.

4) Einer besondern Erwägung bei der Gründung der Gebäude bedarf das sogenannte Grundwasser. Ueberall, aber besonders in flachen Gegenden, am Meere, an Strömen, Flüssen, Seen ꝛc. durchdringt das darin befindliche Wasser auch das Erdreich, und zwar immer bis beinahe zu derselben Höhe des Wasserstandes, wie es im Meere, im Strome ꝛc. steht. Auch fällt und steigt das Grundwasser mit dem Wasser im Meere, im Strome ꝛc. Ein ähnliche Erscheinung findet sich in hochgelegenen Gegenden, welche von Quellengängen ꝛc. durchzogen sind. Es ist für Bauanlagen sehr wichtig, den gewöhnlichen höchsten und niedrigsten Wasserstand des Grundwassers zu kennen. So weit nämlich das Grundwasser steigt, wird der Boden naß, folglich weicher, daher zur Gründung von Gebäuden unbrauchbar, wenn man nicht besondere Anordnungen gebraucht, deren wir weiter unten erwähnen werden.

Wenn es nun aber auch möglich ist, Fundamente anzulegen, welche zuweilen oder immer in das Grundwasser hineinreichen, so ist es doch namentlich bei Unterkellerung von Wohngebäuden sehr unangenehm, wenn das Wasser bis in die Keller steigt, da alsdann das Herausschaffen immer sehr mühselig und kostbar ist, überdies alle Vorräthe in den Kellern verderben, und das ganze Haus davon feucht und ungesund wird, weshalb es unter allen Umständen besser ist, mit den Fußböden der Keller noch über dem höchsten Wasserstand des Grundwassers zu bleiben. Denn obwohl man durch umgekehrte, in Cementmörtel hergestellte Gewölbe oder durch künstliche Cementdichtungen das Grundwasser abhalten kann, so ist das Verfahren immer ziemlich kostspielig und umständlich.

§. 20. Untersuchung des Baugrundes.

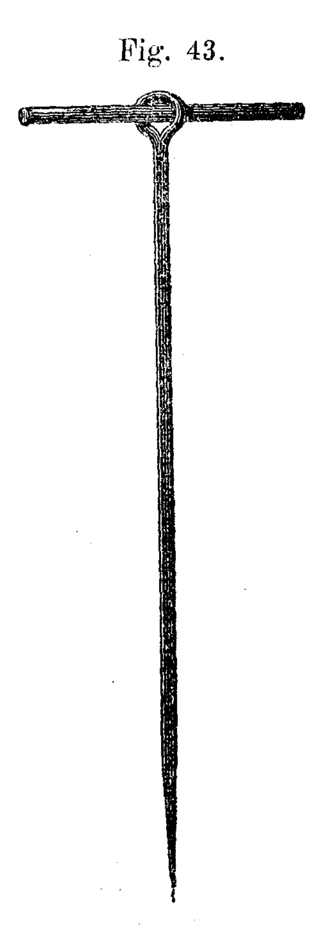
Die Untersuchung des Baugrundes geschieht auf folgende Art:

1. Durch das Aufgraben. Auf der bezeichneten Baustelle werden mehrere Löcher an verschiedenen Stellen gegraben, um die Beschaffenheiten des Bodens zu erkennen. Diese Methode ist von allen die beste und sicherste (selbst dann, wenn man dabei auf Grundwasser stieße, welches man ausschöpfen müßte, um in noch größerer Tiefe den Boden zu untersuchen): weil man die Lage und Bestandtheile, so wie die Mächtigkeit der etwa abwechselnden Erdschichten gänzlich vor Augen hat. Bei aufge-

schwemmtem Lande, besonders am Meere und in der Nähe großer Ströme und vieler Flüsse gelangt man jedesmal, wenn man die oberen, weicheren Erdschichten durchstochen hat, auf scharfen Grund, welcher das Bett des Meeres, der Ströme 2c. bildet, allemal eine sehr mächtige Schicht ist, und ohne weiteres als hinlänglich fester Baugrund, auch der größten Gebäude, betrachtet werden kann.

2. Das Visitireisen Fig. 43, ein etwa 1^m langer, 3^{zm} dicker eiserner runder Stab, unten mit einer Spitze, oben mit einem breiten Knopfe versehen, dient ebenfalls zur Ausmittelung der Beschaffenheit des Bodens, besonders bei weniger wichtigen Bauten, wo man die Festigkeit der Schicht nur auf etwa $1^1/_4 - 1^1/_2{}^m$ Tiefe erforschen will. Nachdem man mit ein paar Spatenstichen den Abraum weggenommen, stößt man das Visitireisen mit Gewalt mit der Spitze in das Erdreich. Fährt das Eisen tief hinein, so ist der Boden sehr weich, dringt es wenig ein, so ist der Boden sehr fest, knirscht es, so ist der Boden sandig. Dreht man das Eisen um und stößt man gewaltsam mit dem Kopfe desselben gegen das Erdreich, so giebt es einen hellen oder dumpfen Klang; ist der Klang hell, so ist der Boden fest, ist der Klang dumpf, so ist wenigstens der unmittelbar folgende Boden weich, wenn auch der obere fest erschiene.

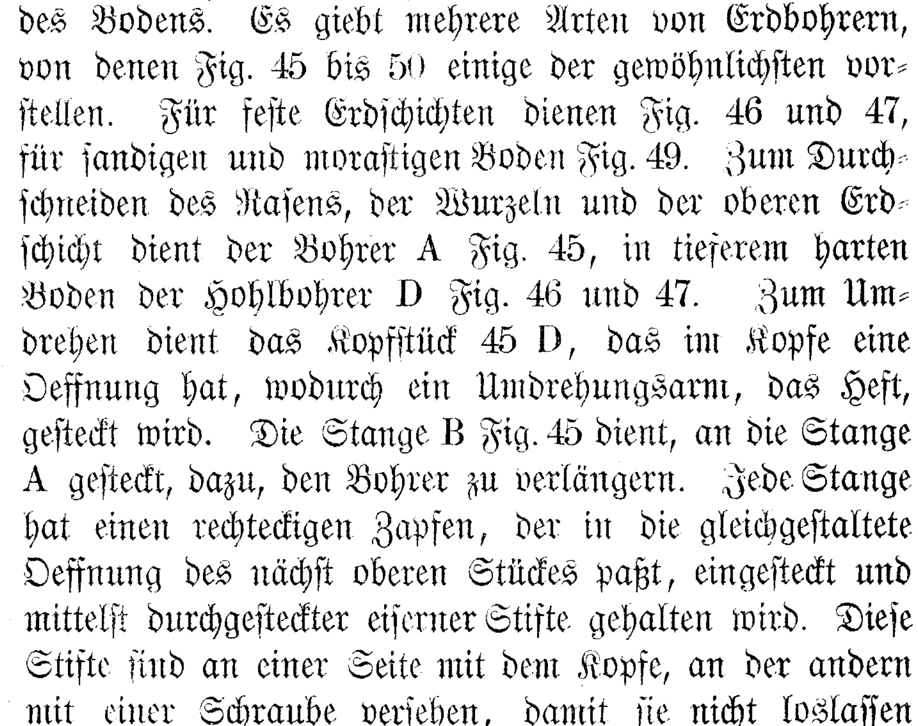
Fig. 43.



Nach geschehener tiefer Ausgrabung von Löchern kann man sich ebenfalls auch des Visitireisens bedienen, um den Untergrund noch ferner zu untersuchen, wenn man etwa am Tiefergraben durch Wasser behindert würde. Man hat auch größere Visitireisen von $2-2^1/_2{}^m$ Länge, an welchen sich oben eine Oese befindet, durch welche ein Stab gesteckt wird, auf den ein Mann sich lehnt, um durch sein Gewicht das Eisen in den Grund zu treiben. Auf Erde stößt man stumpf, auf Lehm beinahe ganz fest, auf Torf hohl, im Sande ist der Stoß hart und knirschend. Zieht man die Stange heraus, so findet man sie glänzend, wenn man in Sand gestoßen, und klebend, wenn sie in Torf gewesen, hat sie Lehm berührt, so zeigt sie sich gelb 2c. Wenn der zu untersuchende Baugrund unter Wasser steht, so wendet man

ein Eisen an, das in gewisser Entfernung mit kleinen Taschen versehen ist, das sind Oeffnungen, die durch die ganze Dicke des Eisens hindurch reichen und die sich mit den Erdtheilen der durchbohrten Schichten erfüllen. Fig. 44 zeigt ein solches Eisen.

Fig. 44.



3. Der Erdbohrer dient ebenfalls zur Untersuchung des Bodens. Es giebt mehrere Arten von Erdbohrern, von denen Fig. 45 bis 50 einige der gewöhnlichsten vorstellen. Für feste Erdschichten dienen Fig. 46 und 47, für sandigen und morastigen Boden Fig. 49. Zum Durchschneiden des Rasens, der Wurzeln und der oberen Erdschicht dient der Bohrer A Fig. 45, in tieferem harten Boden der Hohlbohrer D Fig. 46 und 47. Zum Umdrehen dient das Kopfstück 45 D, das im Kopfe eine Oeffnung hat, wodurch ein Umdrehungsarm, das Heft, gesteckt wird. Die Stange B Fig. 45 dient, an die Stange A gesteckt, dazu, den Bohrer zu verlängern. Jede Stange hat einen rechteckigen Zapfen, der in die gleichgestaltete Oeffnung des nächst oberen Stückes paßt, eingesteckt und mittelst durchgesteckter eiserner Stifte gehalten wird. Diese Stifte sind an einer Seite mit dem Kopfe, an der andern mit einer Schraube versehen, damit sie nicht loslassen können. Kopf und Schraubenmutter müssen aber versenkt sein, damit sie nicht die Umdrehung des Gestänges hindern.

Der eigentliche Bohrer ist je nach der Beschaffenheit des Bodens verschieden gestaltet. Fig. 46 A und B zeigt den sogenannten Thonbohrer, wie er für Thonschichten gebraucht wird; es ist ein Cylinder von etwa 15 zm Durchmesser, an einer Seite mit einem breiten Schlauch versehen, von Eisenblech gefertigt und gut geschärft und gestählt. Einen ähnlichen Thonbohrer stellt Fig. 47 dar, von dem ersteren nur durch einen schaufelartigen Aufsatz verschieden, mit welchem er an dem unteren Ende versehen ist, auch beim Heraufziehen des Bohrers fester bleibt. Für weniger steifern, lockern, mit Sand gemischten Thon ist der Bohrer Fig. 48 vorzuziehen, welcher zugleich am unteren Ende mit einer gewundenen Schaufel versehen ist, die das Eindringen des Bohrers erleichtert. Da dieser Bohrer sich unterhalb verengt, kann beim Herausziehen desselben aus dem Bohrloche der in dem conischen Theile eingedrungene Boden nicht leicht herausfallen.

Den eigentlichen Sandbohrer oder Sandlöffel, welcher bei Untersuchung von Sand- und Kiesschichten am häufigsten benutzt wird,

zeigt Fig. 49 A B in der Ansicht und im Längendurchschnitt, er ist von allen Seiten geschlossen, ein oben und unten offener Cylinder von Eisenblech von 16 zm Durchmesser und sehr verschiedener Länge, die zwischen

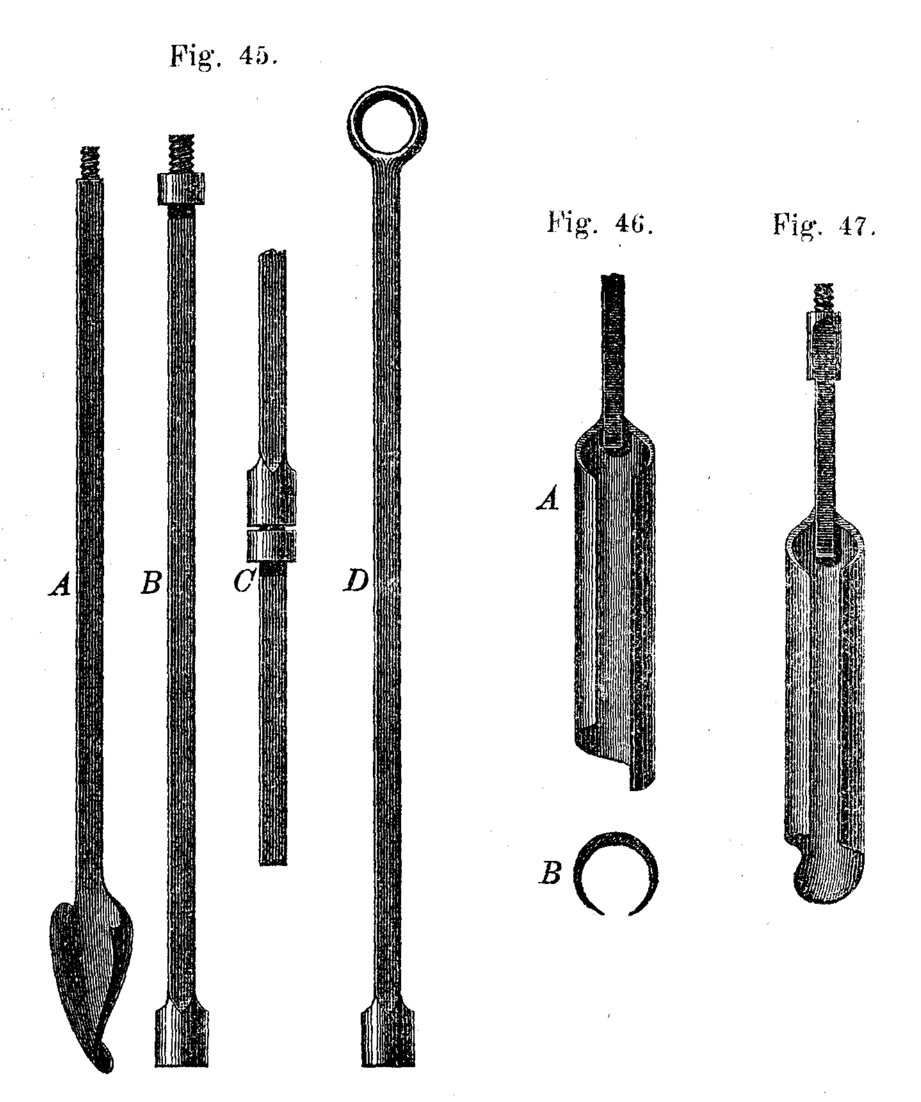


Fig. 45. Fig. 46. Fig. 47.

30 und 70 zm schwankt. Unterhalb erhält er gewöhnlich einen schaufelförmigen Ansatz und sitzt dicht über der unteren Oeffnung ein Klapp-Ventil, welches sich beim Beginn der Bohrarbeit öffnet, den Boden in den Cylinder eindringen läßt, dagegen beim Aufwuchten des Bohrers durch die Schwere des eingedrungenen Bodens geschlossen wird.

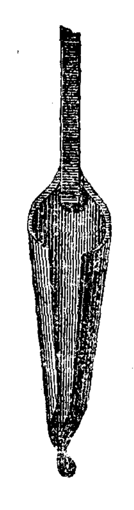


Fig. 48.

Wenn der Hohlbohrer so tief eingedrungen ist, daß er sich gefüllt hat, wird er herausgehoben und geleert; so fährt man fort, bis man die beabsichtigte Tiefe erreicht hat.

Solche Mittelstücke wie B Fig. 45 können 2 bis 3 2c. vorhanden sein, nur ist das Gestänge, je länger es wird,

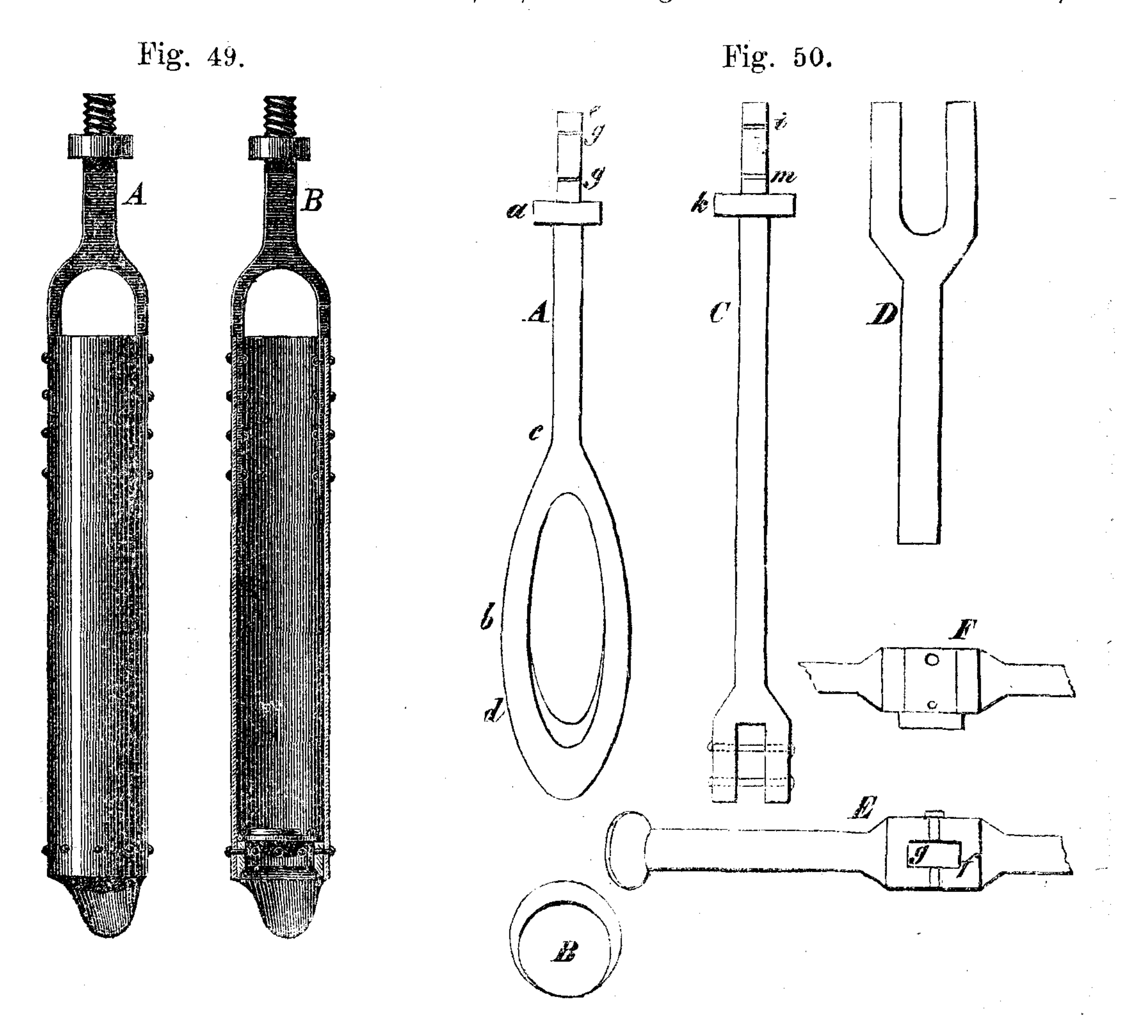
um so schwerer und langsamer zu handhaben. Auch bricht um so leichter etwas an dem Gestänge; man wird deshalb bei Untersuchung des Grundes, wie früher, immer am besten thun, so tief wie möglich zu g r a b e n und dann erst den Erdbohrer zur weiteren Untersuchung zu verwenden.

Um senkrecht zu bohren, setzt man einen ausgehöhlten Röhrstamm in ein aufgegrabenes Loch. Beim Auszug wird der Bohrer an Vorsprüngen durch eine Gabel über dem Röhrstamme eingehängt, um ihn zu halten oder auch stückweise auseinanderzulegen oder zusammen zu setzen. Am schwierigsten ist das Bohren durch Triebsand, der immer zuquillt. Bei weiten Bohrlöchern wird dieser durch eingesenkte metallene Röhren abgehalten.

Bei Bodenarten, welche durch Zufließen das Bohrloch immer wieder schließen, treibt man eine kupferne Röhre in dieselben, bohrt die Erde innerhalb aus und gelangt so allmählig in die Tiefe.

In Fig. 50 ist ein Erdbohrer vorgestellt. A ist eine Eisenstange, 2 bis 3^{zm} ins Gevierte dick, $1{,}25^{m}$ lang von a bis b. Der Bohr-

Fig. 49. Fig. 50.



löffel cd ist 18 bis 21 zm lang, bei b aber 8 bis 9 zm dick, nach dem Grundrisse B hohl und an den Kanten geschärft. Bei B ist noch eine Vertiefung, um die ausgebohrte Erde besser aufzunehmen; a ist ein 8 bis 10 zm langer Zapfen (rechtkantig), der in die gleichgestaltete Oeffnung f des Heftes (der Handhabe) E einpaßt, und durch 2 Bolzen gg befestigt wird. F ist die Seitenansicht dieser Handhabe, die zum Umdrehen dient. C ist ein Mittelstück, das oben auch einen solchen Zapfen wie A hat, unten aber eine Scheere mit 2 Bolzenlöchern für den Zapfen des Bohrstücks, oder eines Mittelstücks. Fig. D ist eine Gabel zum Halten des aufgehobenen Bohrers.

Fig. 51.

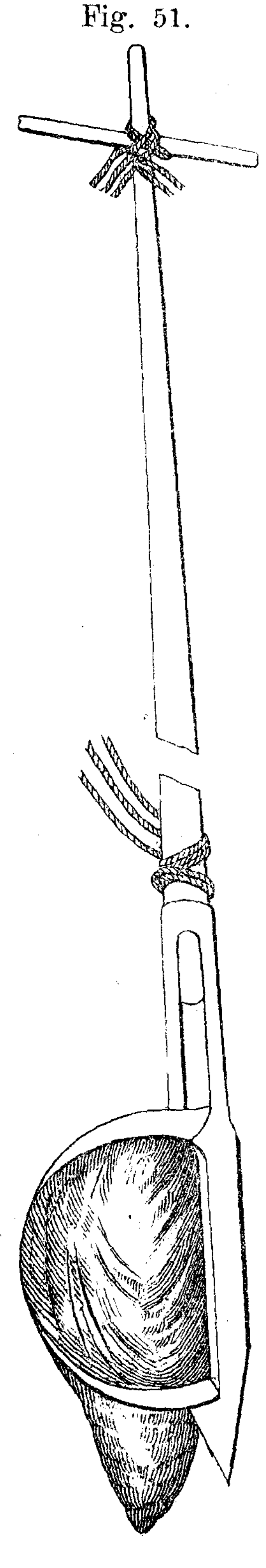


Fig. 51 stellt einen Bohrer dar, wie ihn die Brunnenmacher gebrauchen, um den Sand bei der Brunnenversenkung neuer, oder bei Versandung alter Brunnen auszubohren. Der eigentliche Bohrer ist 1 m lang, der Bügel, worin der Beutel oder Sack hängt, hat 24 zm Durchmesser. Die hölzerne Stange, unten 8 zm, oben 5 zm stark, ist gewöhnlich 5 bis 6 m lang, an ihr ist der Bohrer befestigt, so wie die Taue zum Drehen, Herausziehen und der Knebel.

4) Mit den bisher besprochenen Bohrern, sowie durch Bohren überhaupt würde im Felsboden wenig erreicht werden; man bedient sich zum Eindringen in denselben vielmehr verschieden gestalteter meißelförmiger Instrumente, die an ihrem unteren Ende gut verstählt sind, und mit denen eine Wirkung dadurch erzielt wird, daß sie auf- und abwärts gestoßen werden. Die **Steinbohrer** haben entweder eine flache meißelförmige Gestalt, wie der einfache **Meißelbohrer** Fig. 52 AB, oder sie haben, wie der **Meißelbohrer** mit Flügeln Fig. 53 AB, an einer, auch an beiden Seiten zugeschärfte Ansätze, Flügel, oder sie erhalten auch unterhalb eine schmale Verlängerung, einen meißelförmigen Ansatz an der Haupt-

schneide, Fig. 53 und 54. Andere Bohrer haben an ihrem unteren Theile einen quadratischen Querschnitt, — wie der doppelte oder gekreuzte Steinbohrer Fig. 55 ABC, welcher unterhalb mit 2 senkrecht auf einander stehenden Schneiden endet, — wiederum andere einen kreisförmigen Querschnitt, — wie der Bohrer Fig. 56 ABC, der im Uebrigen dem vorigen entspricht, — und noch andere Formen zeigt der Kronenbohrer Fig. 57 A und B und der Pyramidenbohrer Fig. 58.

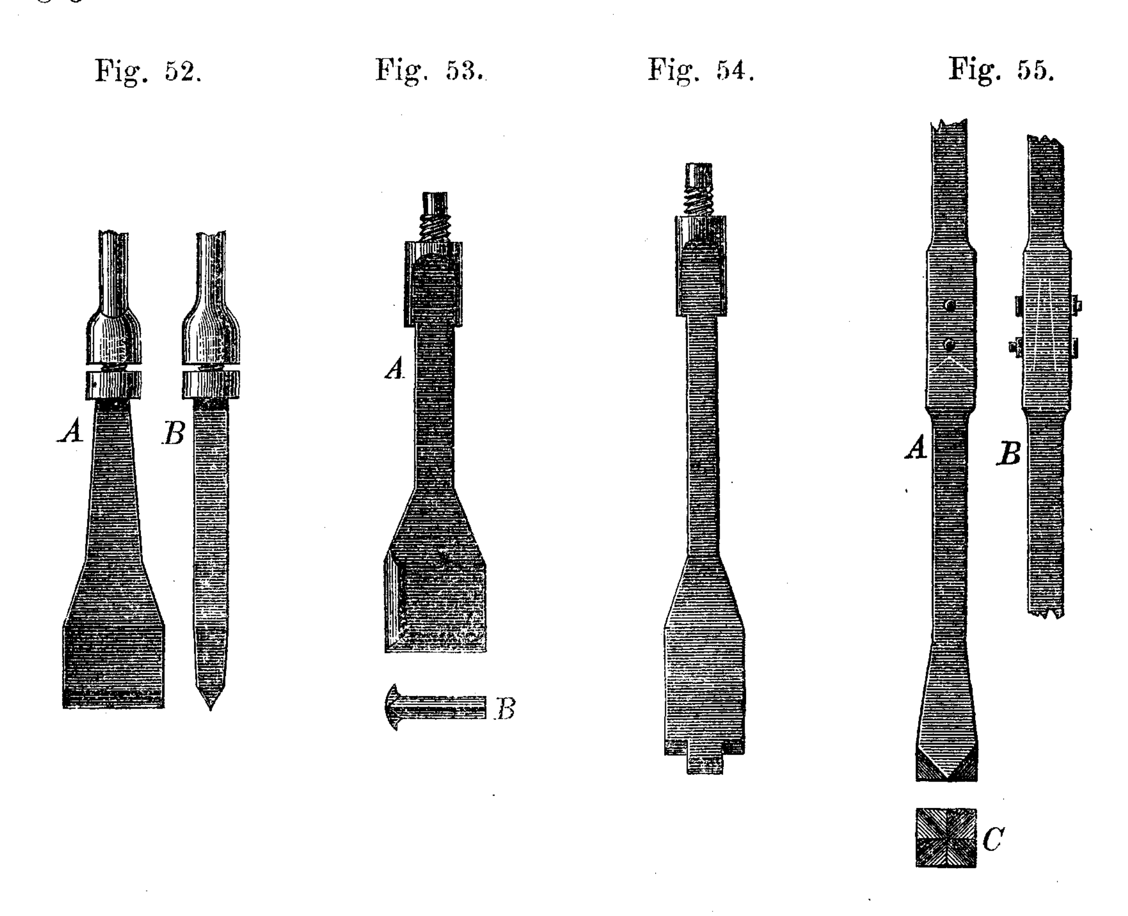


Fig. 52. Fig. 53. Fig. 54. Fig. 55.

Die letzteren beiden endigen nicht nur in eine scharfe Spitze, sondern sind auch auf ihrer ganzen Länge mit scharfen Schneiden versehen und werden daher nicht nur zu der Wirkung durch Stoß, sondern auch durch Drehung benutzt. — Die zuletzt erwähnten Bohrer Fig. 53—58 dienen hauptsächlich zum Vorbohren, während die Meißelbohrer Fig. 52 und 53 mehr zur Erweiterung des Bohrloches dienen. Fig. 55—58 zeigen außerdem noch andere Arten von Schlössern und Verbindungen zwischen den einzelnen Stücken des Gestänges als die bisher erwähnten, und zwar zeigt Fig. 55 das Gabelschloß, Fig. 56 das Blattschloß.

Das beim Steinbohren gelöste Material fällt in Form von

kleinen Steinstücken oder feinem Sand in dem Bohrloch zu Boden und kann durch die Steinbohrer nicht gehoben werden, sondern bedient man sich hierzu eines der beschriebenen Erdbohrer, namentlich des Löffelbohrers und des Sandbohrers.

5) Bei der Untersuchung des Bodens ist noch ganz besonders zu berücksichtigen, wie die Bodenarten wechseln: ob nur die über einander liegenden Schichten von großer Verschiedenheit und Mächtigkeit sind, oder ob auch nebeneinanderliegende Stücke des Bodens von sehr wechselnder Beschaffenheit sind, oder endlich ob die Erdschichten sowohl nach der Tiefe als auch nach der Breite vielfach wechseln, welcher letztere Fall oft sehr schwierige Gründungen zur Folge haben kann, indem die Fundamentmauern dabei ungleiche Höhlungen bekommen und folglich ungleichen Druck äußern, wobei man, wie leicht einzusehen, sehr vorsichtig zu Werke gehen muß, anderer Hemmnisse nicht zu gedenken, welche dabei häufig vorkommen können. Dieser Fall tritt sehr oft bei großen Gebäuden ein, aber selbst bei kleinen Bauwerken kommt es vor, daß eine Stelle ganz festen, die zunächst liegende aber schlechten Baugrund hat.

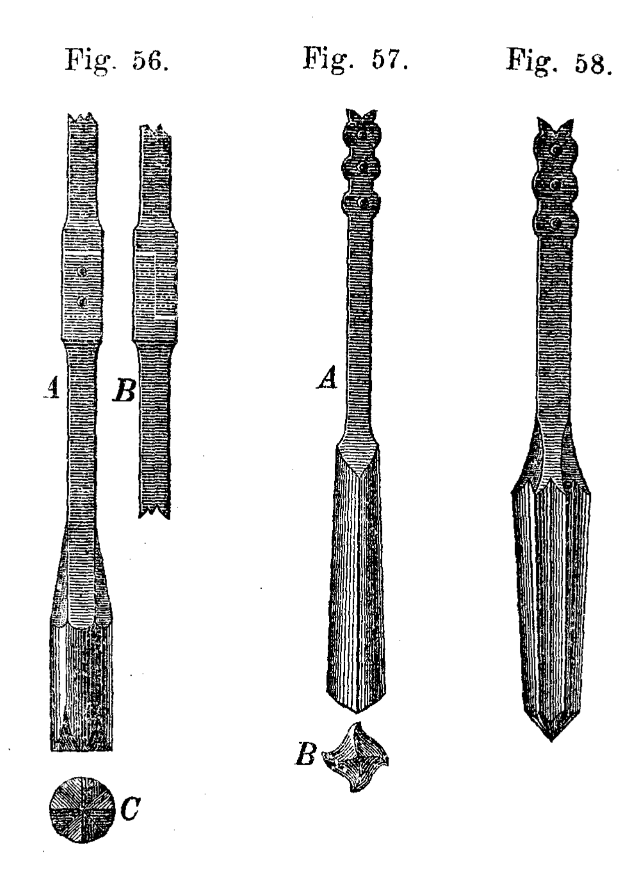


Fig. 56. Fig. 57. Fig. 58.

Ferner ist es eben des schnellen Bodenwechsels wegen rathsam, die Aufgrabungen und Bohrungen zur Untersuchung des Grundes immer an denjenigen Stellen vorzunehmen, welche künftig die größte Last des Mauerwerkes zu tragen haben, also etwa an den vier Ecken, in der Mitte unter den Giebeln, und an einer oder der andern Stelle unter den Mittelmauern.

§. 21. Reinigung und Trockenlegung des Baugrundes und die dazu erforderlichen Werkzeuge.

Häufig wird die Grundarbeit entweder durch eines der nach-

folgenden Hindernisse oder *durch alle zugleich* gehemmt oder doch verzögert.

1) Durch andrängendes Grundwasser, oder durch starke, kleine Quellen, welche sich nach der sogenannten Baugrube hin öffnen. Auch

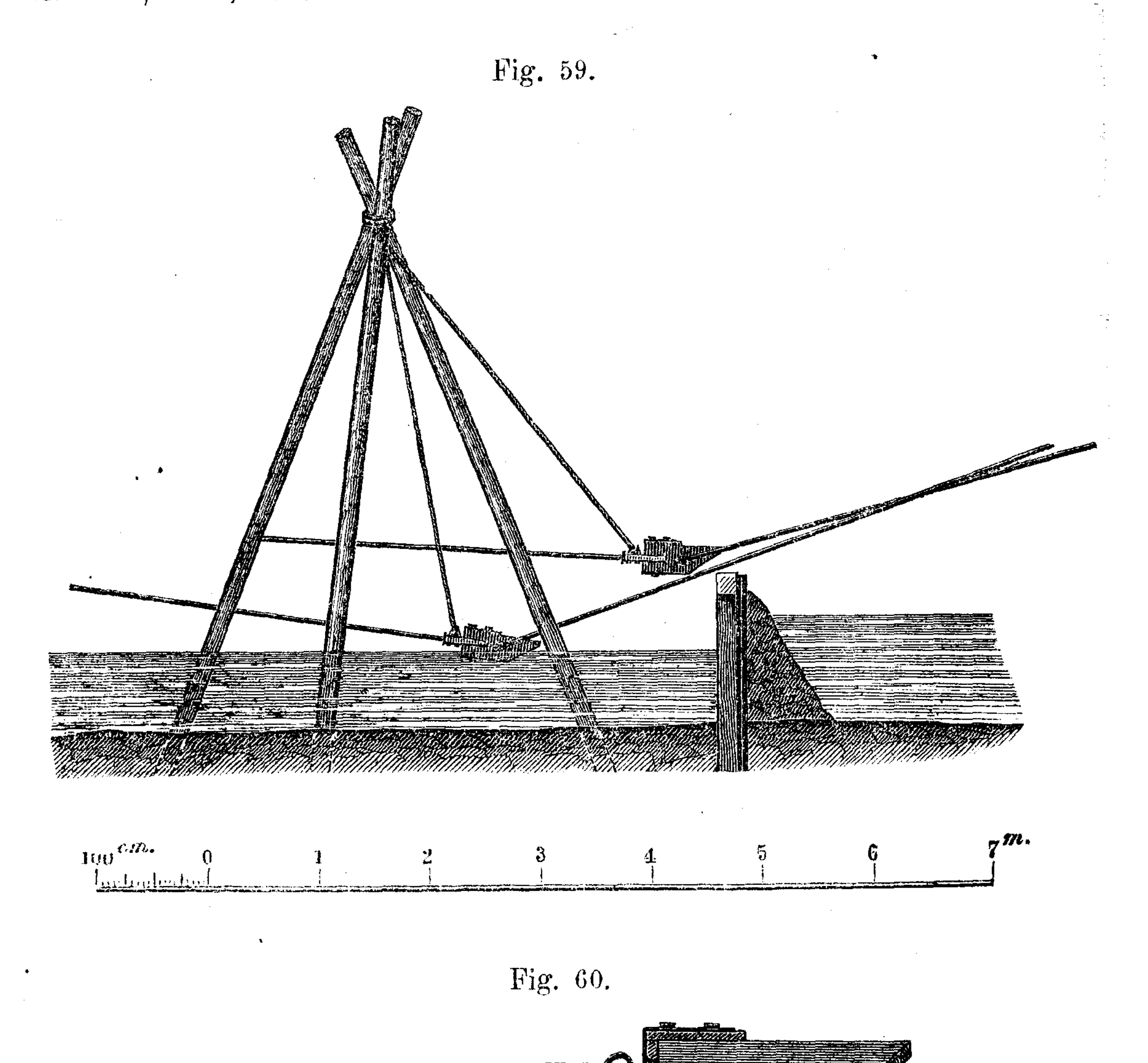


Fig. 59.

Fig. 60.

können starke Regengüsse Wassersammlungen in der Baugrube veranlassen, welche beseitigt werden müssen, um bequem arbeiten zu können.

Ansammlungen von Grund- und Regenwasser werden auf folgende Weise beseitigt:

Durch das Ausschöpfen mit gewöhnlichen Wassereimern. In Höhen von 1 — $1\frac{1}{4}^{m}$ stehen immer Arbeitsleute, welche sich die ge-

füllten Eimer zulangen, und von denen der oberste sie in eine Abzugsrinne entleert. Dies Verfahren ist das einfachste und oft das wohlfeilste, bei nicht zu großen Tiefen. Selbst wenn noch zwei Reihen Arbeiter übereinander auf Gerüste gestellt werden müssen, welche sich wechselseitig die vollen und leeren Eimer zulangen, ist es noch vortheilhaft, mit Eimern zu schöpfen.

Statt der Eimer wendet man, wenn das Wasser höchstens 1^{m} gehoben werden muß, auch die Schwinge an (eine gewöhnliche Futterschwinge). Wenn bloß ein Mann zum Schöpfen nöthig ist, so nimmt man eine kleinere Schwinge, wenn zwei Leute schöpfen müssen, eine größere bis zu 85^{zm} größtem Durchmesser, an deren Enden die beiden Leute angreifen; diese Schwinge wird nur zur Hälfte ins Wasser getaucht und dann dasselbe über die Verwallung geschüttet. Auch bedient man sich statt der Schwinge eines ziemlich dichten, etwa 30^{zm} hohen Korbes oder einer Wanne, und viele Arbeiter ziehen diese Geräthe den runden Eimern vor, weil sie leichter sind und wegen der länglichen Form und der größeren Breite mehr als die runden Eimer fördern, ohne daß ein so tiefes Bücken nöthig ist.

Wenn nur wenig Wasser herauszuschaffen und die Baugrube nicht tief ist, so nehmen die Arbeiter die gewöhnliche Schaufel oder Schippe, besser ist jedoch die Wurfschaufel, welche nach hinten stark gekrümmt ist und an den Seiten höhere Ränder hat, also mehr Wasser faßt. Noch mehr Wasser fördert die Schwungschaufel, welche die Form eines Kastens hat, dessen Boden von der Mitte nach vorn spitz zuläuft, siehe Fig. 59 und Fig. 60. Man macht sich zunächst in der Baugrube einen dreibeinigen Bock aus drei schrägen Stangen, die oben zusammengebunden werden. Von der Spitze des Bockes hängt ein Strick herunter, der an der hinteren Wand der Schaufel so befestigt wird, daß die Schaufel in der lothrechten Lage zum Theil ins Wasser taucht. Außerdem sind zwei Stricke und eine Stange an der Schaufel befestigt und drei Arbeiter zur Bewegung nöthig, von denen einer in der Baugrube auf einem Gerüste steht und die Schaufel lothrecht ins Wasser stößt, worauf die andern zwei, welche auf dem Rande der Baugrube stehen, mittelst der Stricke die Schaufel hinüber schwingen, wonach sie das Wasser ausgießt. Der Vortheil liegt darin, daß das Wasser in der Schaufel zum Theil von dem herunterhängenden Strick getragen wird; jedoch ist diese Vorrichtung bei kleinen und tiefen Baugruben nicht anwendbar.

Ein ungleich besseres Werkzeug, wenn Wasser gehoben werden soll,

ist die archimedische Wasserschnecke Fig. 61 und Fig. 62. Sie besteht aus einer hölzernen Welle, um welche herum mehrere Gänge nach einer Spirallinie durch kleine Brettchen gebildet werden; diese Vorrichtung dreht sich in einem hölzernen Cylinder, welcher mit eisernen Tonnenreifen umgeben ist. Die Wasserschraube hat mit der Wasserschnecke gleiche Construction, nur daß erstere äußerlich nicht

Fig. 61.

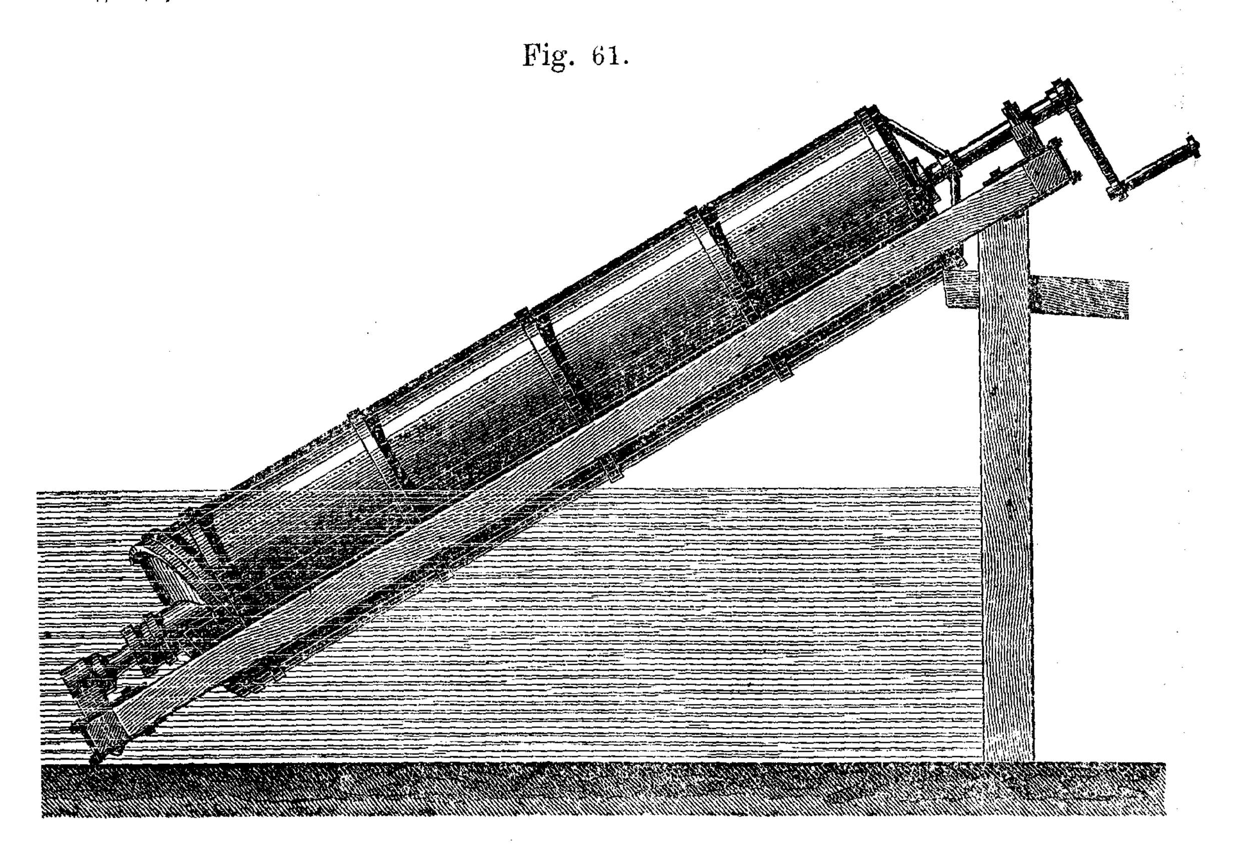
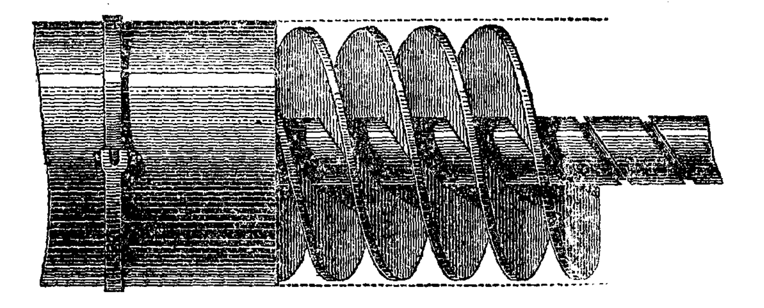


Fig. 62.



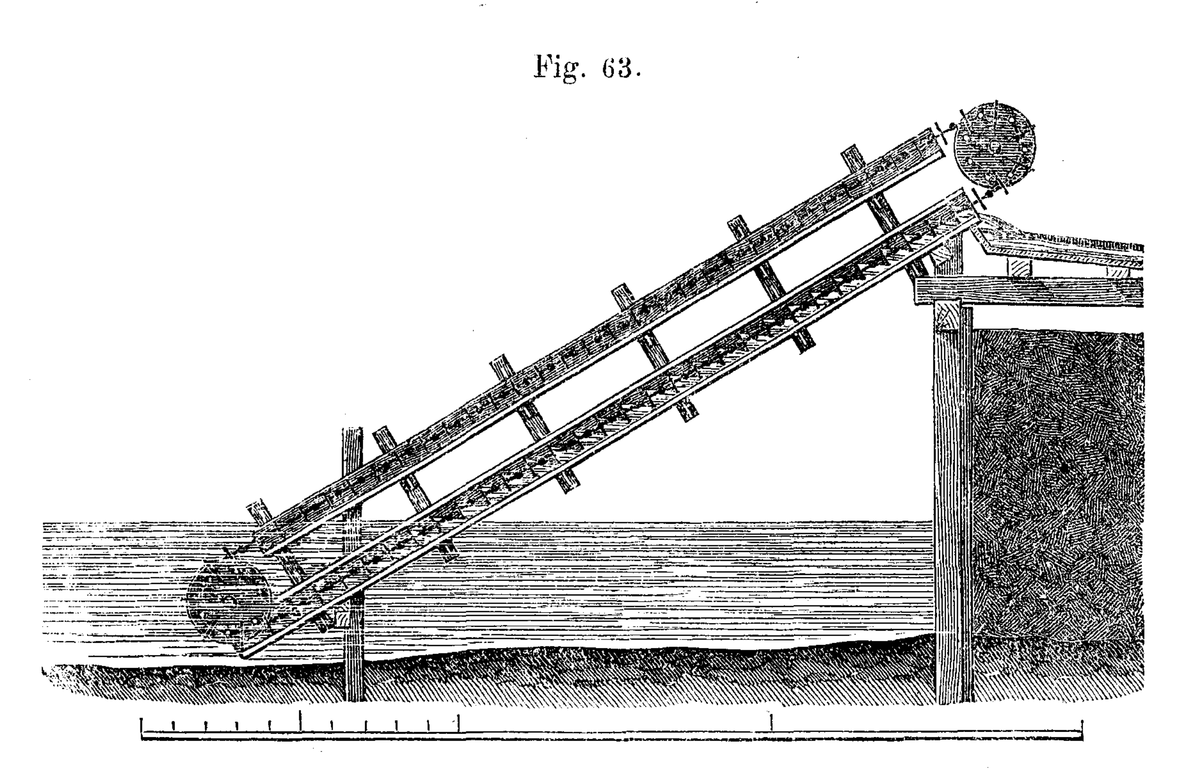
bekleidet ist, sondern es befindet sich unterhalb derselben ein festliegendes, nach dem halben Umkreis der Schraube ausgehöhltes Lager von Holz.

Wenn Wasserschraube und Wasserschnecke beständig auf einer Stelle gebraucht werden, so kann das Unterlager ausgemauert sein. Beide Schöpfwerke werden in einer schrägen Lage in dem auszuschöpfenden

Wasser angebracht, und durch irgend eine Kraft dergestalt umgedreht, daß die Schraubengänge das Wasser auffangen, worauf es in selbigen in die Höhe steigt und sich oberhalb ausgießt.

Die Schnecken sind besonders da brauchbar, wo unreines, schlammiges Wasser auszuschöpfen ist. Die Wasserschnecke ist der Wasserschraube vorzuziehen, weil man vermöge der Bekleidung der ersteren mehr Wasser damit fassen kann. Wenn man die Schnecken bei Wasserbauten zur Ausschöpfung des Wassers gebraucht, so werden sie entweder durch Menschen vermittelst einer Kurbel, wenn aber die Gelegenheit dazu vorhanden ist, vortheilhafter durch Wasserräder bewegt. Der Winkel, den die Schraubengänge mit der auf der Achse perpen-

Fig. 63.

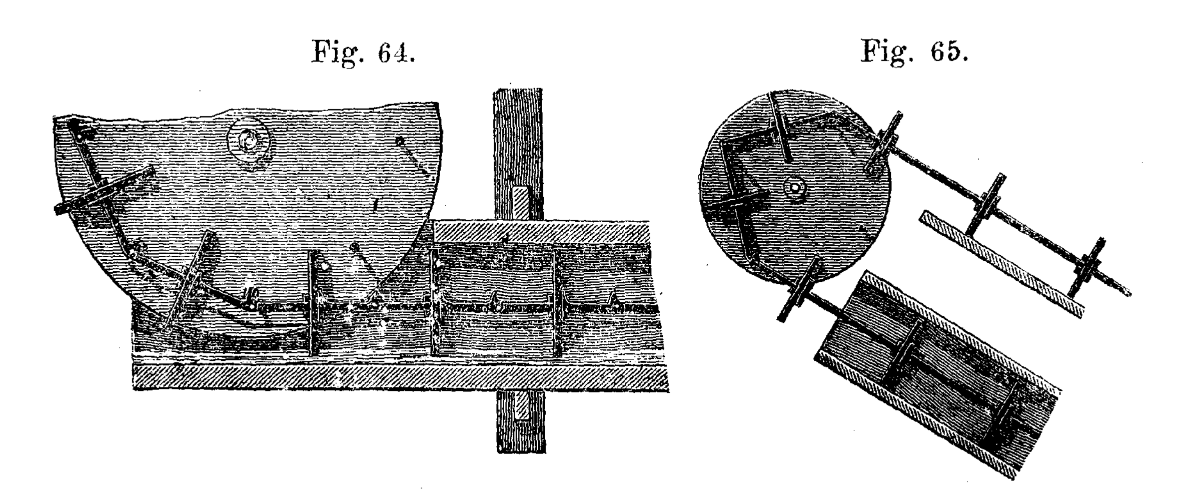


dikulären Durchschnittsfläche der Schnecke machen können, kann in den gewöhnlichen Fällen etwa 20 Grad betragen, und ist die Schnecke leichter oder schwerer zu bewegen, je nachdem ihr Neigungswinkel gegen das Wasser kleiner oder größer ist. Höher als unter einem Winkel von 45 Grad sind diese Vorrichtungen nicht im Stande das Wasser zu heben; gewöhnlich überschreitet man nicht einen Winkel von 35 Grad.

Das Schaufelwerk Figur 63 (welches uneigentlich auch die Schnecke genannt zu werden pflegt) besteht aus länglich viereckigen, in der Mitte mit hölzernen oder eisernen Gelenken in gewissen Entfernungen befestigten Brettern. Der Förderkasten wird nicht vertikal

aufgestellt, sondern erhält eine geneigte Lage, am besten unter einem Winkel von 30—35 Graden; eine zu geringe Neigung ist deshalb nicht gut, weil dadurch für eine gegebene Höhe, auf welche das Wasser gehoben werden muß, die Länge des Förderkastens zu bedeutend würde. Letzterer ist von achteckigem Querschnitt, etwa 23^zm hoch und 50 bis 60^zm breit; er ist von Bohlen zusammengesetzt und müssen diese möglichst wasserdicht schließen, daher in den Fugen sorgfältig gedichtet, außerdem in Entfernungen von etwa 1 bis $1^1/_4$^m durch eiserne Schraubenbänder oder durch hölzerne Geschwinge zusammengehalten werden. Die Kette besteht aus einzelnen Stäben, die gabelartig ineinander greifen. Jeder Stab erhält nach Fig. 64 in der Mitte seiner Länge einen angegossenen Ansatz, gegen den sich die

Fig. 64. Fig. 65.

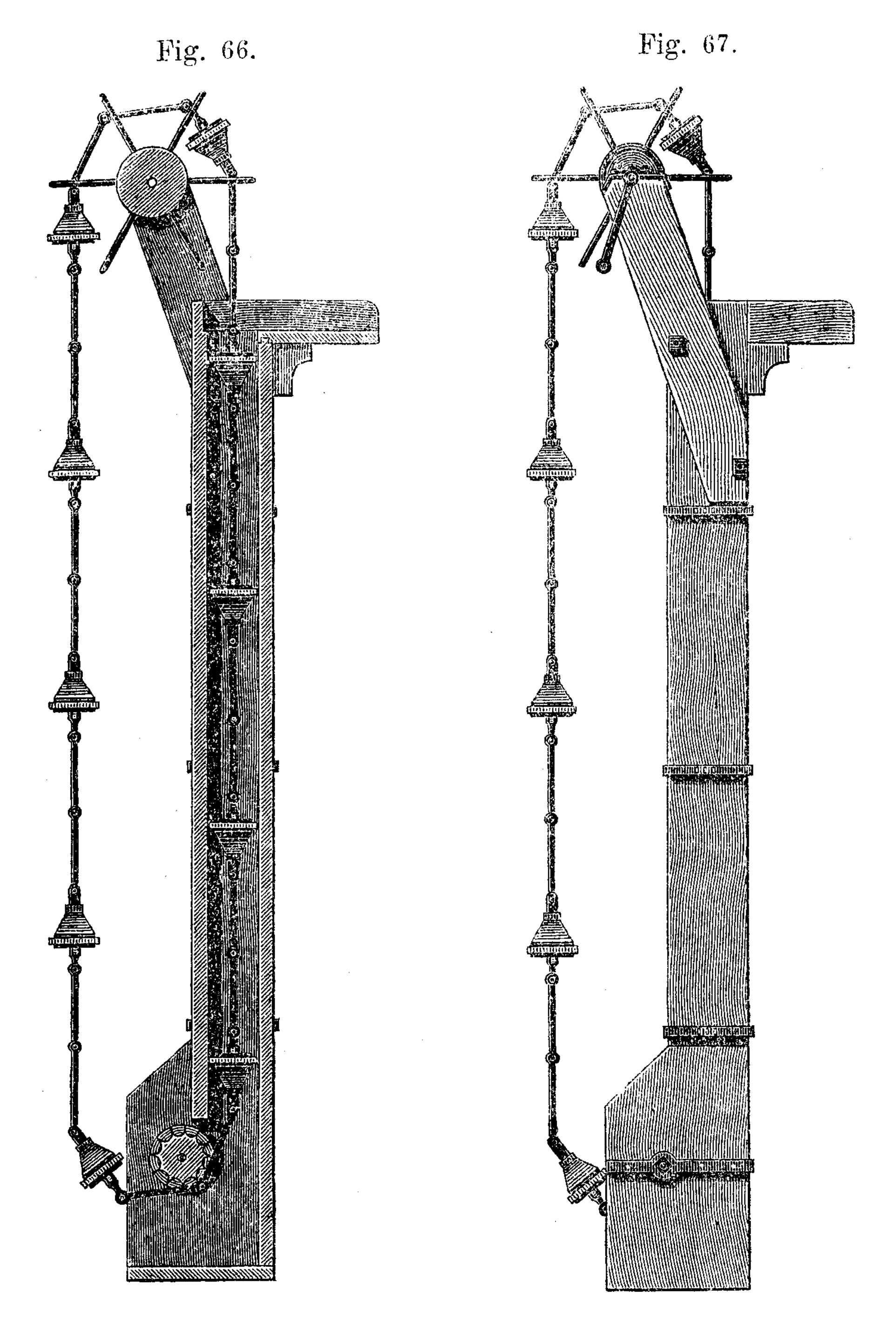


Schaufel einerseits lehnt, während mittelst eines auf der andern Seite durch das Kettenglied gesteckten Splintes die feste Verbindung hergestellt wird. Außerdem ist noch an das eine Ende jedes Kettengliedes ein kleiner dornartiger Ansatz angegossen, welcher den Zweck hat, ein Gleiten der Triebstöcke an den Kettengliedern zu vermeiden. Ein solches Gleiten kann ohnehin nicht stattfinden, wenn die Trommel nach Fig. 65 nur vier Triebstöcke hat. Die zusammenhängenden Gelenke machen eine Art von Kette ohne Ende aus. Indem diese durch eine oder die andere Kraft über die oberwärts und unterwärts angebrachten Trommeln in einer viereckigen, schräg in das auszuschöpfende Wasser gelegten Rinne aufwärts gezogen wird, schleppen die vorgedachten Brettchen oder Schaufeln das bei ihrem Eintauchen aufgefaßte Wasser in der Rinne bis zum Ausguß herauf, während die nach der Ausschüttung des Wassers leer gewordenen Schaufelbretter in der offenen Rinne wieder ins Wasser gezogen werden.

Die Arbeit des Schaufelwerkes erfolgt, indem die obere Trommel entweder mit einer Kurbel durch Menschenhände gedreht, oder durch einen Pferdegöpel in Bewegung gesetzt wird.

Die Scheibenkünste, Kettenpumpen oder Paternosterwerke, welche selbst bei verunreinigtem Wasser ohne Nachtheil zu benutzen sind. Die Scheibenkunst besteht nach Fig. 66 und Fig. 67

Fig. 66. Fig. 67.



aus einem Rohre von 10—20 ^{zm} innerer Weite, welches mit quadratischem Querschnitt aus Bohlen zusammengesetzt wird. Das untere

im Wasser stehende Ende ist auf einer Seite ungefähr 42—48 zm hoch ausgeschnitten. Oben am Standrohr befindet sich an der entgegengesetzten Seite eine Ausfluß-Oeffnung und daran wird ein Ausguß angebracht. Außerdem sind oberhalb von beiden Seiten zwei Bohlstücke angenagelt, zwischen denen sich eine Gabelwalze in Zapfenlagern dreht. Durch eine doppelte Handkurbel kann dieselbe von 4—6 Arbeitern in Bewegung gesetzt werden. Eine andere kleine Walze dreht sich zwischen den unterhalb befestigten Balken ebenfalls in Zapfenlagern, und über beide Walzen hinweg ist eine Kette ohne Ende geführt. An dieser Kette sind in ungefähr 1 m Entfernung von einander lederne Scheiben befestigt, welche so groß sind, daß sie in das Standrohr hineinpassen. Damit diese Scheiben die nöthige Steifigkeit bekommen, werden sie an der einen Seite mit conisch gearbeiteten Holzklötzchen versehen, über der ledernen befindet sich eine eiserne Scheibe, wie aus Fig. 68 A und B im Längenschnitt und Ansicht zu sehen ist. Fig. 69 zeigt die Gabelwalze in einem größeren

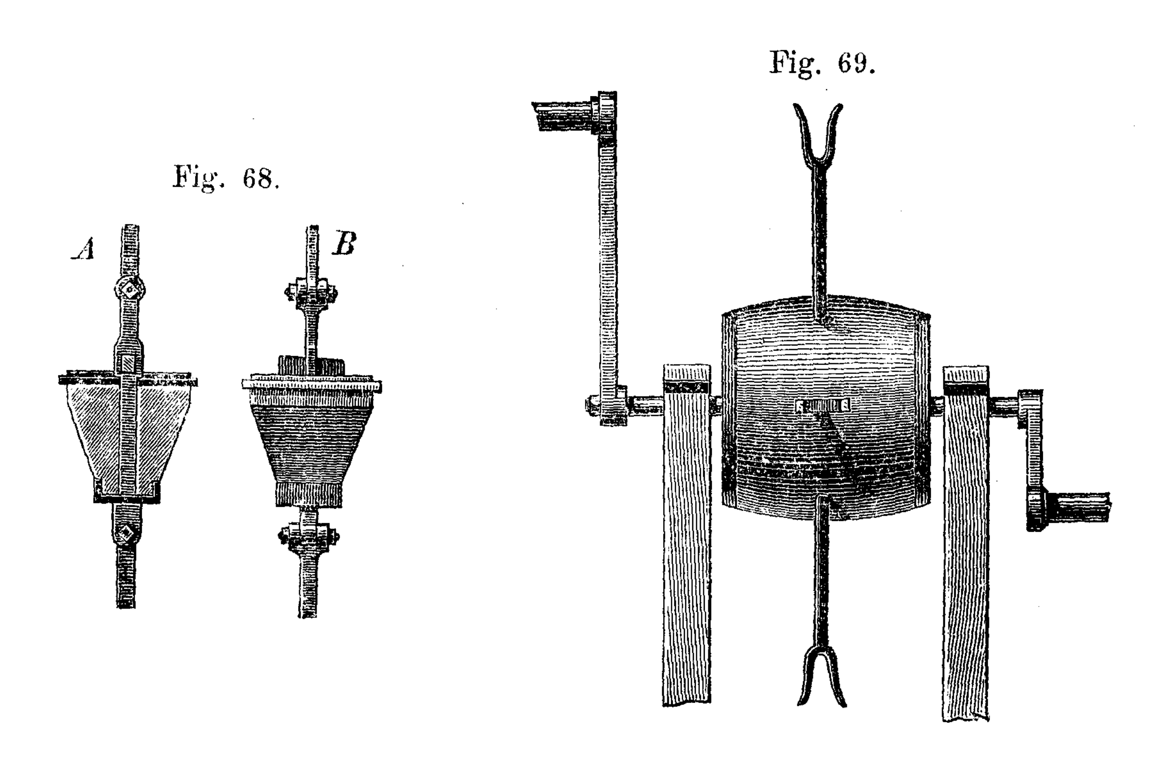
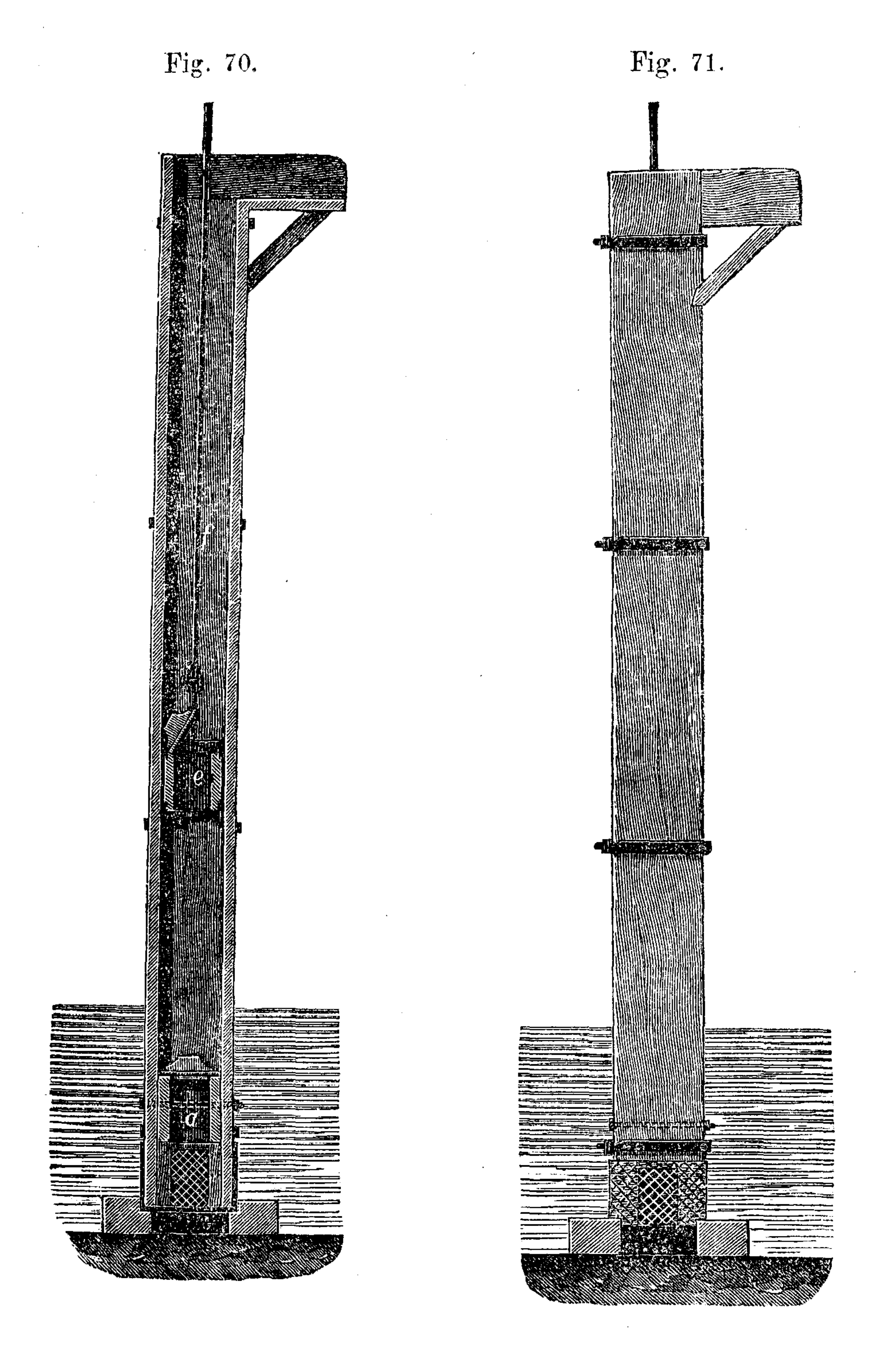


Fig. 68. Fig. 69.

Maaßstabe, namentlich auch die Form der einzelnen Gabeln, wie dieselbe am geeignetsten ist, um die Ketten an der Gabel sicher zu erfassen. Mit den Scheibenkünsten kann das Wasser bis zu einer Höhe von 6 m gehoben werden. Leider sind diese Wasserschöpfmaschinen häufigen Reparaturen unterworfen und daher nicht so oft angewendet, als bei ihrer Leistungsfähigkeit zu erwarten wäre.

Die Saugpumpen. Sie bestehen bekanntermaaßen aus einer aufwärts stehenden Röhre, in deren unterem Ende ein sogenanntes Ventil befestigt, über demselben aber an einer eisernen oder hölzernen Stange ein Kolben befindlich ist, welcher sich mit der Stange auf und nieder bewegt. Durch diesen Organismus wird das Wasser theils durch die Wirkung der Luft, theils mechanisch in die Höhe gehoben, Fig. 70 bis Fig. 74 zeigen eine dergleichen Pumpe mit ihrem

Fig. 70. Fig. 71.



Grundriß, Ansicht, Durchschnitt und Details. Sie ist ein von Bohlen zusammengeschlagener viereckiger Kasten, bei welcher a unterhalb eine Oeffnung hat, die in das auszuschöpfende Wasser zu stehen kommt; e sind die Ventile, f die eiserne Zugstange. Die eisernen Ringe klammern die Brunnenröhre zusammen, und können bei langen Röhren in passenden Höhen wiederholt werden. Die Saugpumpen sind zur Ausschöpfung des Wassers bei Grundbauten, wo dasselbe selten höher als 6ᵐ auszuheben ist, vorzüglich brauchbare Maschinen, besonders wegen des wenigen Raumes, den sie einnehmen, und weil sie daher an allen Orten und in den kleinsten Ecken und Winkeln eines Bauplatzes angebracht werden können. Wenn das auszuschöpfende Wasser so hoch gehoben werden soll, daß die Länge eines Pumpenrohres nicht ausreicht, so wird mit demselben eine Saugröhre verbunden. Die Verbindung zwischen beiden geschieht, wie Fig. 75 im Durchschnitt zeigt. Die Bewegung dieser Pumpen geschieht auf mancherlei Art, entweder blos mit einem Schwengel, oder indem die Zugstangen mit den Kolben zweier Pumpen zugleich vermittelst eines durch Menschen auf und nieder zu ziehenden oder zu drückenden Hebels oder Balanciers bewegt werden. Oder die Bewegung geschieht vortheilhafter durch Pferde, bei einer solchen mechanischen Vorrichtung, daß die Pumpenstangen durch Hebebäume gehoben werden. Noch

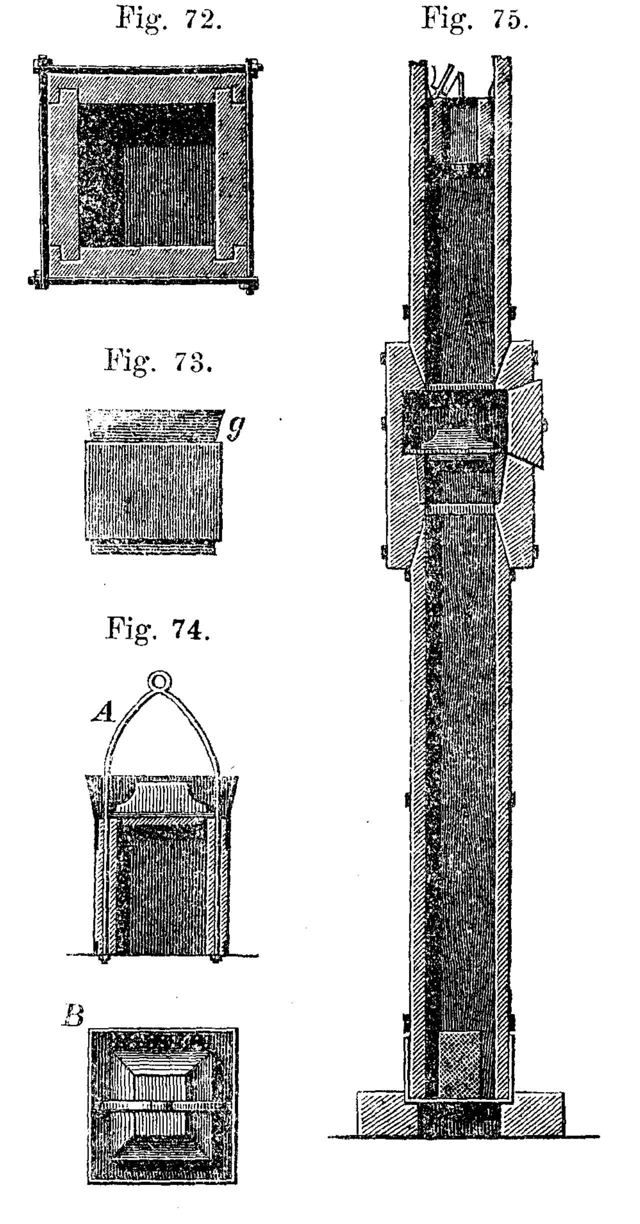


Fig. 72. Fig. 73. Fig. 74. Fig. 75.

Maassstab zu Fig. 72 — 74.

besser ist es aber, wenn die Bewegung vermittelst eines Wasserrades geschehen kann, und es ist keineswegs nöthig, daß das Wasserrad sich nahe bei den zu bewegenden Pumpen befinde, sondern sie können auf ansehnliche Entfernung von der Baustelle bis zum Wasserrade vermittelst sogenannter Feldgestänge (Kunstgestänge) bewegt werden, obgleich es besser ist, wenn die Kraft so nahe als möglich an die zu bewegende Last gebracht werden kann.

Die Kastenwerke oder Norien liefern selbst bei großer Hubhöhe ein sehr günstiges Resultat, und sind sie daher schon seit langer Zeit, besonders in Italien, zur Anwendung gekommen. Das Ausschöpfen des Wassers geschieht hierbei durch Eimer, welche an einer Kette ohne Ende hängen, letztere ist, ähnlich wie bei den Paternosterwerken, über zwei Walzen oder Trommeln geführt und in Bewegung gesetzt indem die obere Trommel durch eine Handkurbel oder eine andere mechanische Vorrichtung gedreht wird. Die Eimer tauchen dabei unter das Wasser, füllen sich hier, werden auf der andern Seite der untern Trommel emporgehoben, nehmen, indem sie über die obere Trommel hinweggehen, eine horizontale Lage ein, und gießen oben das Wasser aus.

Fig. 76.

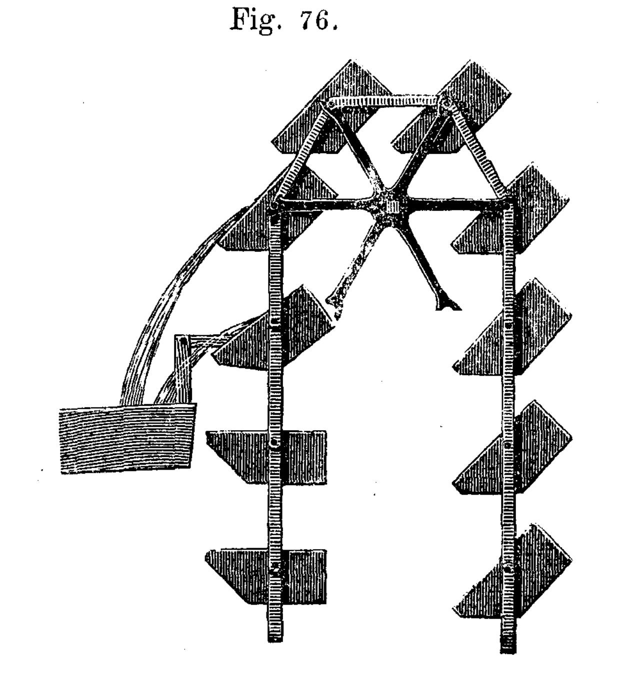
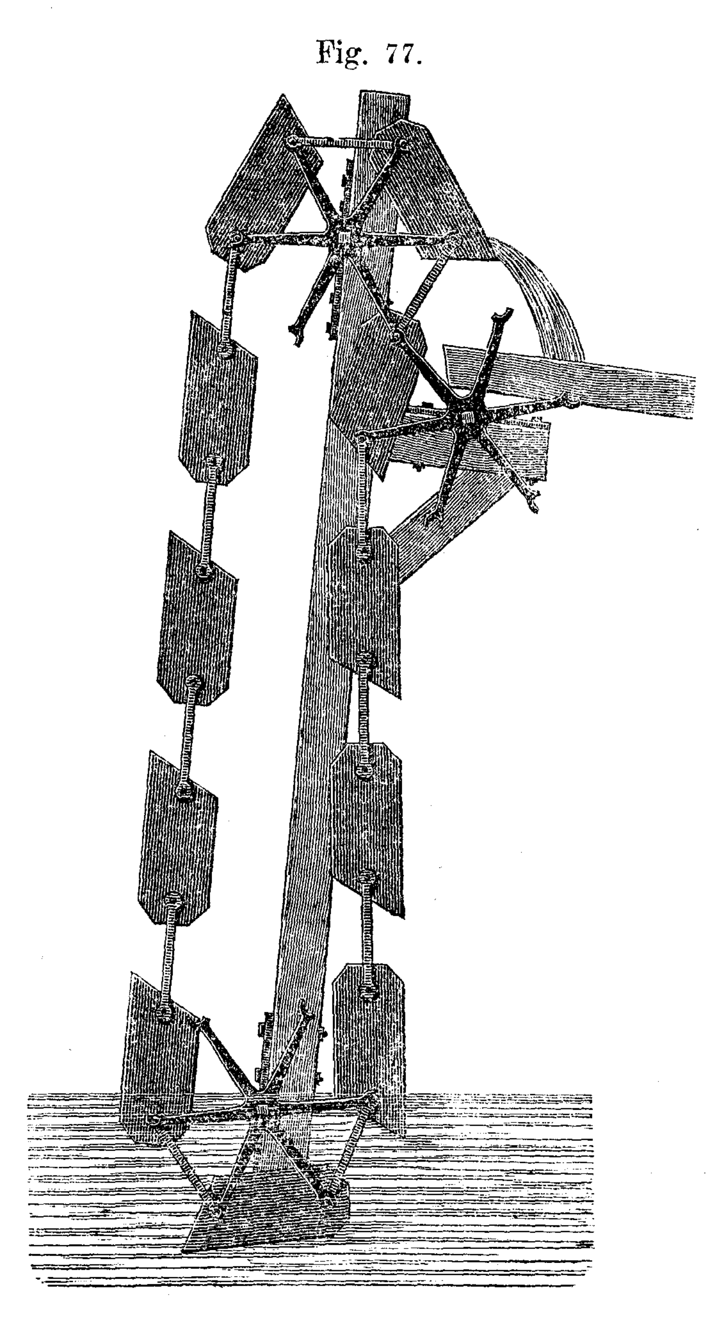


Fig. 76 zeigt eine Norie, bei welcher die Eimer flache, oberhalb offene Gefäße, mit theilweise geneigten Boden sind; diese Kasten hängen in zwei Ketten ohne Ende, eine zu jeder Seite der Kasten. Ueber dem Bassin zum Auffangen des Wassers ist eine feste Stange angebracht, durch welche jeder Kasten in eine schräge Lage gebracht und so das Ausfließen des Wassers bewirkt wird.

Bei dem Fig. 77 dargestellten Kastenwerke haben die Wassergefäße mehr die Eimerform, und dient zugleich jeder Eimer als Verbindungsglied der Ketten. Jeder Eimer hat oberhalb in der Seitenwand eine Oeffnung, durch welche das Wasser eindringt, und außerdem im Boden eine Klappe, ein Ventil; bei Aufwärts-Bewegung befindet sich die Einfluß-Oeffnung unterhalb, der Boden mit dem

Ventil oberhalb, und ist das letztere in Folge seiner eigenen Schwere geöffnet. Sobald der Eimer unter das Wasser taucht, beginnt er sich zu füllen, das Wasser verdrängt die im Eimer befindliche Luft, und letztere kann durch das geöffnete Ventil entweichen; beim Aufwärtsbewegen schließt sich dieses natürlich wieder. Je zwei auf einander folgende Eimer sind durch 2 Kettenglieder verbunden, welche durch die Eimer hindurchgehen, außerhalb aber hervorstehen, so daß sie durch die Arme der Gabelwalze erfaßt werden.

Fig. 77.



Die Schöpfräder und Schneckenräder sind in der Art, wie sie das Wasser heben, den Kastenwerken sehr ähnlich. Die Hebung erfolgt ebenfalls durch Eimer, die sich aber nicht an Ketten, sondern Rädern befinden. Dieselben finden zu vorübergehenden Zwecken weniger Anwendung, sondern werden mehr zu Entwässerungen benutzt. Fig. 78 zeigt ein solches Schöpfrad, an dessen beiden Seiten kleine Eimer sitzen, die das geschöpfte Wasser in einen oberhalb angebrachten Trog ausgießen.

Das Schöpfrad (Fig. 79) besteht aus zwei Radkränzen. Durch einen Boden am innern und äußeren Umfange der Radkränze wird der Raum zwischen denselben von allen Seiten fest umschlossen, und dieser Raum wird durch einzelne radial gestellte Wände in mehrere

Abtheilungen getheilt. In einem der Radkränze befinden sich Abflußöffnungen, durch die das geschöpfte Wasser entweicht.

Das Schneckenrad (Fig. 80), ein radförmig gestalteter, von allen Seiten durch Bretterwände eingeschlossener Kasten, dessen innerer

Fig. 78.

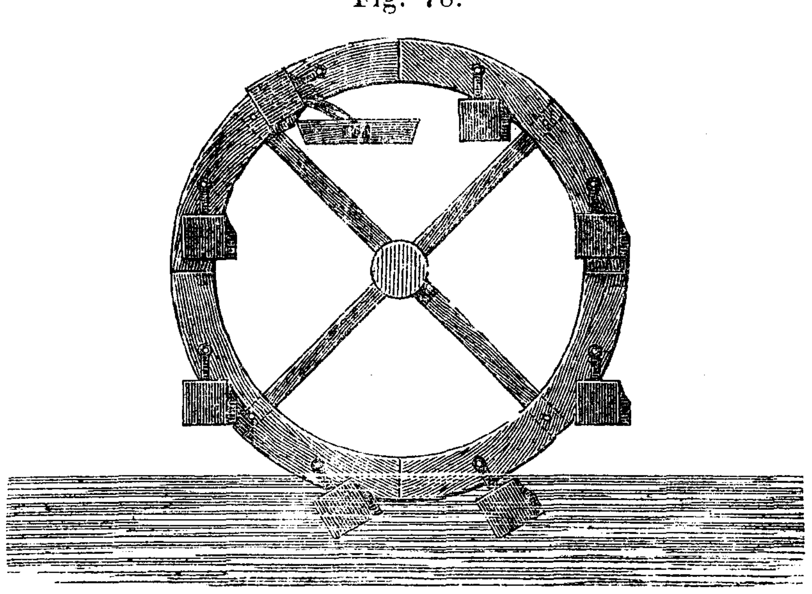
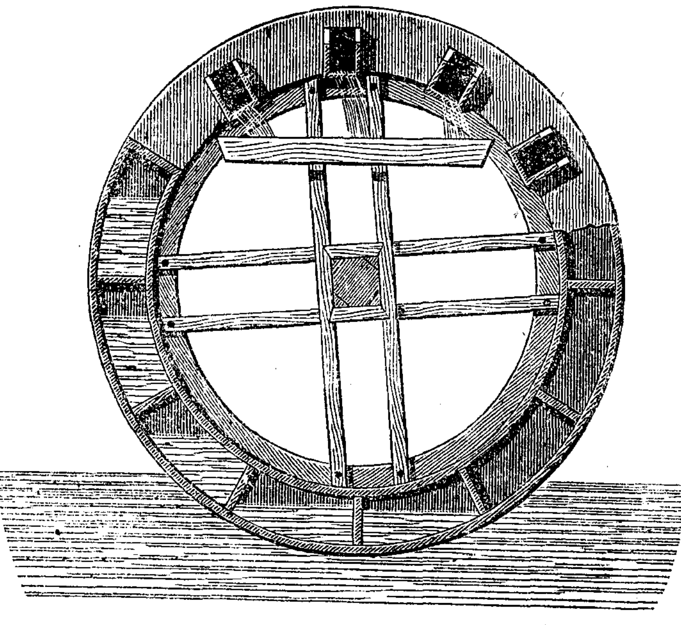


Fig. 79.



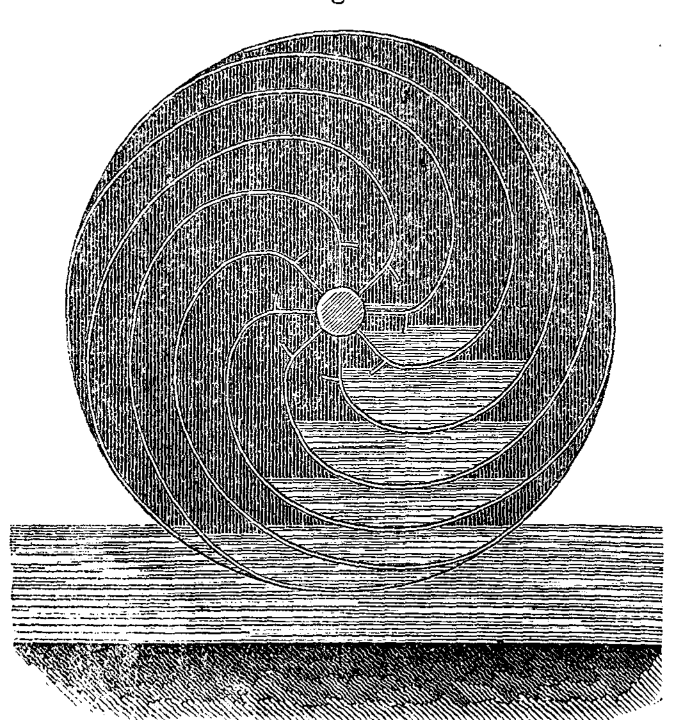
Raum in eine große Anzahl gewundener Kanäle getheilt ist. Die Einflußöffnungen zu denselben befinden sich in der Stirn des Rades innerhalb der Kanäle zur Axe hin, und ergießt sich in einen Trog, der die Welle rings umgiebt.

Quellen, welche sich im Baugrund finden, müssen verstopft, und wenn das nicht angeht und sie durch Ausschöpfen, Auspumpen nicht überwältigt werden können, müssen sie abgefangen und abgeleitet werden, welches aber sehr umständlich und kostspielig werden kann, besonders wenn der Boden wenig Gefälle hat.

2) Alte Pfähle werden auf folgende Art am einfachsten entfernt: man schlingt um den Pfahl eine starke Kette, befestigt diese an einem

quer über dem Pfahle an einer Wippe angebrachten Balken, so daß das lange Ende des Balkens jenseits der Unterlage zu liegen kommt, und wuchtet alsdann den Pfahl heraus; damit die Kette nicht abrutscht, schlägt man eine Klammer vor. Aehnlich verfährt man mit alten Baumstämmen, welche sich oft in den Baugruben vorfinden. Kann man jedoch gut ankommen, dieselben durchzusägen, und die einzelnen Stücke herauszuholen, so ist dies meist bequemer und wohlfeiler.

Fig. 80.



3) Große Steine, welche nur zu häufig in den Baugruben liegen, müssen, wenn man sie eben wegen ihrer Größe nicht überwältigen kann, gesprengt, und alsdann in einzelnen Stücken herausgeholt werden; dies geschieht auf zweierlei Weise.

Fig. 81.

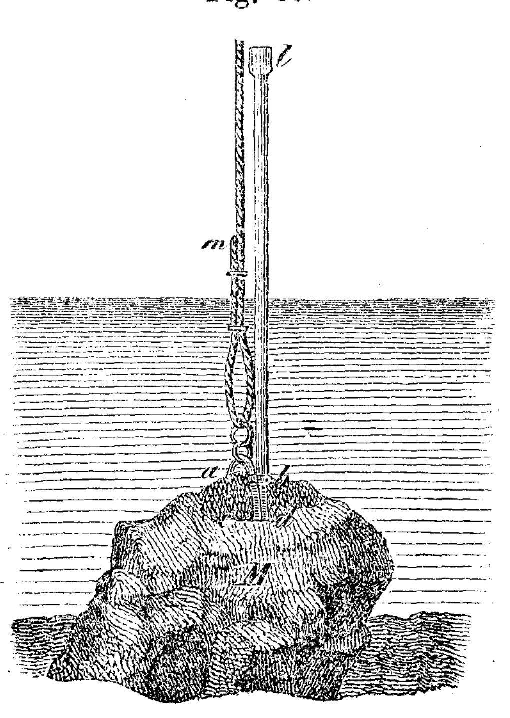


Fig. 81 stellt eine einfache Art dar, Steine aus großer Tiefe zu heben, selbst wenn sie unter Wasser liegen, was häufig vorkommt. Im Steine M wird ein etwa 24^{zm} tiefes Loch walzenförmig eingebohrt. In dieses Loch a b c d passen zwei eiserne Keile a b c d so, daß sie bei ihrer Zusammensetzung das Loch genau ausfüllen. Der Keil a c ist unten dicker als oben und hängt an einem Seile m; das andere Keilstück b d wird, wenn das erstere ins Loch hineingelassen ist, mit Hammerschlägen fest eingetrieben; damit dies geschehen kann, muß die Stange b l bis über den Wasserspiegel ver-

längert sein. Dann wird der Stein durch das Seil m herausgehoben, wozu man sich einer Rüstung und der Rollen, Flaschenzüge und Erdwinden bedient.

Kleinere Steine werden durch die sogenannte Teufelsklaue und einen dreibeinigen Bock mit Rolle und Seil gehoben. Die Teufelsklaue ist wie eine Kneifzange gestaltet. Die Griffe sind $1^1/_2—2^1/_2{}^m$ lang, der Kneifer besteht aus 4, wie krumme Haken gebogene Eisen, deren sich unten am Ende jedes Griffes zwei solcher befinden.

Noch kleinere Steine werden mit Ketten umschlungen und herausgewuchtet oder weggeschleift.

Wir müssen hier noch der Fälle gedenken, wo es sich darum handelt, ein Bauwerk unmittelbar am Wasser oder im Wasser selbst aufzuführen, wo also das Zuströmen des Wassers zur Baugrube verhindert werden muß. Zu diesem Behufe umgiebt man den Bauplatz mit F a n g e d ä m m e n oder S p u n d w ä n d e n.

Die F a n g e d ä m m e richten sich in ihrer Construction je nach der Wassertiefe, dieselben müssen so gebaut sein, daß sie nicht allein dem Zudrang, sondern auch dem Druck des Wassers widerstehen. Man theilt dieselben ein in einfache oder einseitige und in doppelte oder Kastenfangedämme. Ist der Wasserstand geringer als $1^1/_2{}^m$, so genügt ein einfacher Fangedamm (Fig. 82 und Fig. 83). Diese ein-

Fig. 82.

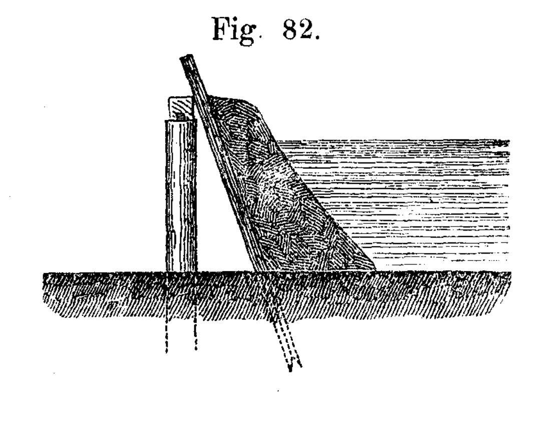
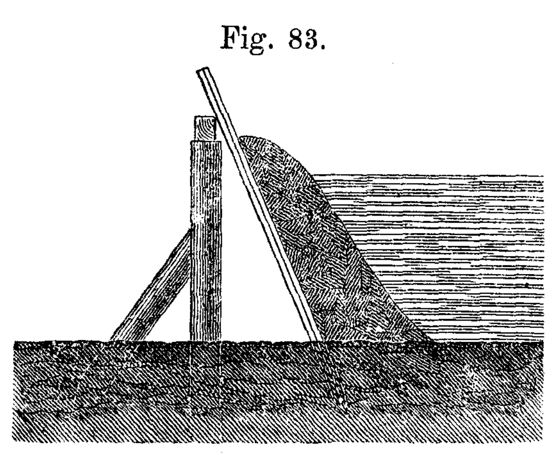


Fig. 83.



fachen Fangedämme werden dadurch hergestellt, daß man Spitzpfähle in Entfernung von $1^1/_4—1^1/_2{}^m$ von einander einrammt, dieselben mit einem Holm verbindet, gegen diese aber starke Bretter oder Bohlen so stellt, daß dieselben $50—60^{zm}$ in den Boden hineinreichen. Gegen die Bretter wird von Außen her eine Anschüttung von Erde oder Dünger geworfen. Da die Erdschüttung und das Wasser auf die Pfähle einen beträchtlichen Druck ausüben, so müssen dieselben gehörig fest sein, um nicht umgekippt zu werden.

Ist die Wasserhöhe bedeutender als $1^1/_2{}^m$, so muß man einen doppelten oder Kastenfangedamm anwenden, dieser besteht aus zwei, in gewisser Entfernung von einander stehenden Holzwänden, welche möglichst dicht schließen müssen, zwischen welchen die Erdschüttung geschieht.

Fig. 84 und Fig. 85 zeigen zwei solche Fangedämme. Die Erde zwischen den Pfahlreihen muß möglichst festgestampft werden, und eignet sich dazu besonders eine feste, lehmige Erde, die sich zusammenballt, auch eignet sich der Sand besonders gut als Füllmaterial. In der Ausfüllung dürfen keine Holzstücke enthalten sein, da diese viel zur Durchsickerung des Wassers beitragen. Der Lehm muß in möglichst trockenem Zustande eingebracht werden. Es wird auch häufig

Fig. 84.

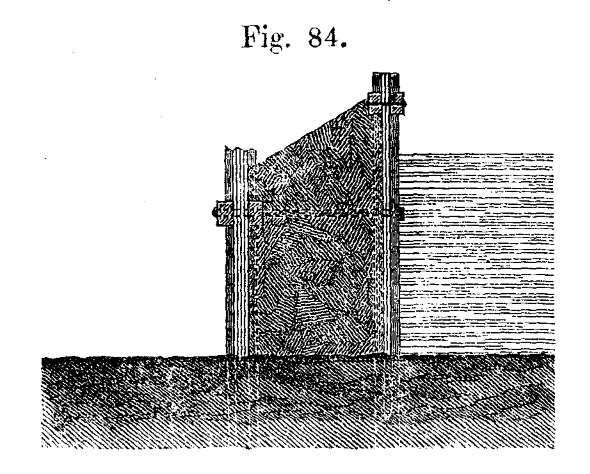
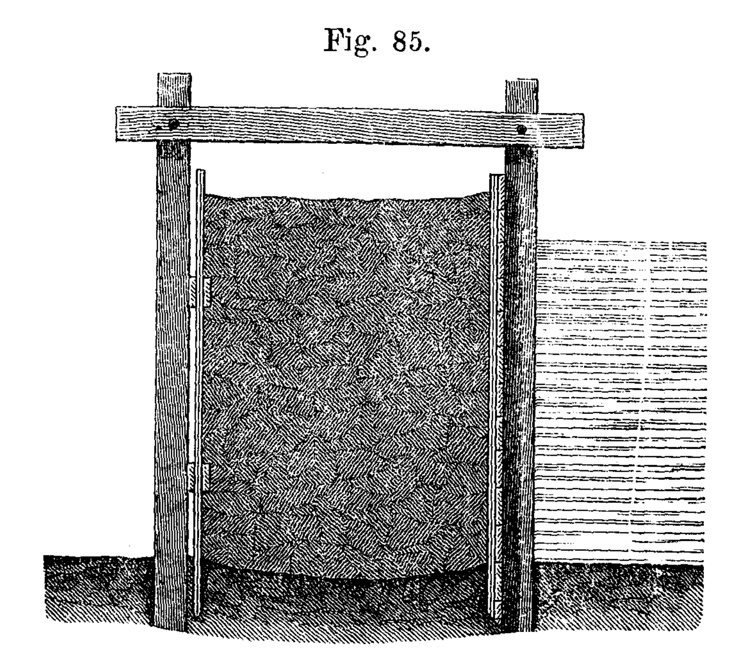


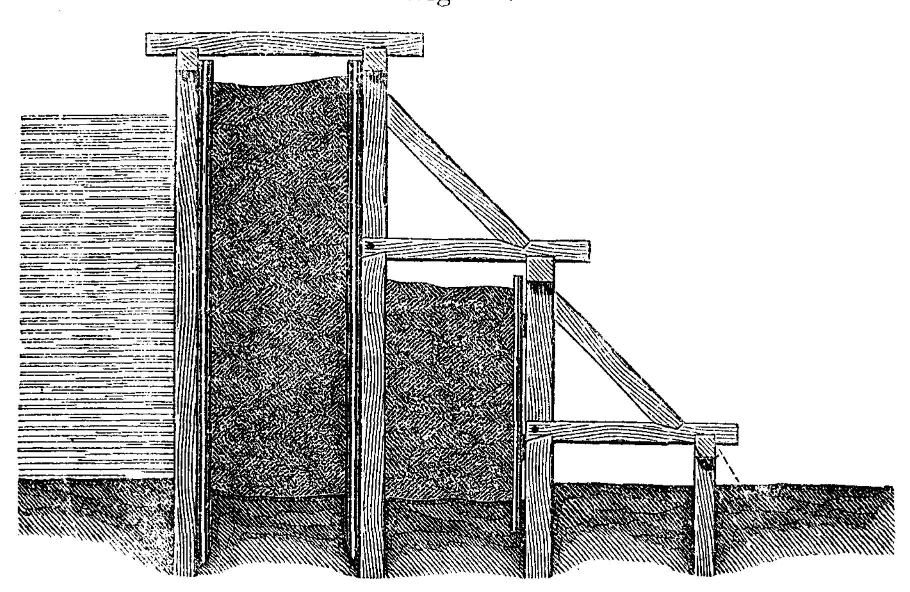
Fig. 85.



fette aber lockere Erde, oder mit Sand gemischter Lehm zur Ausfüllung genommen. Besonders schwer zu dichtende Stellen sind mit Pferdedünger zu verstopfen. Damit die Füllung sich fest an den Boden anschließt, muß der Grund zwischen den Pfählen vor der Füllung ausgebaggert werden. Die Ausfüllung geschieht von beiden Seiten zugleich, so daß der Schluß in der Mitte stattfindet.

Um bei sehr hohen Fangedämmen an Material zu sparen, theilt man dieselben der Breite nach in einzelne Abtheilungen, denen man verschiedene, nach dem Innern hin abnehmende Höhen giebt, wie bei Fig. 86 zu sehen ist. Wenn der Zudrang des Wassers nur von einer Seite der Baugrube ist, so wird natürlich nur die bedrohte Seite mit einem Fangedamme umgeben.

Fig. 86.



Die Spundwände gehören so vollständig in das Bereich der Zimmerwerksarbeiten, daß wir denselben nur soweit Beachtung schenken können, als dies unbedingt nöthig erscheint. Dieselben finden nicht nur bei allen Bauten Anwendung, welche in oder an einem Wasserbecken ausgeführt werden, sondern auch in allen Fällen, in denen das Grundwasser eine Rolle spielt. Sie dienen entweder zur Abschließung der Baugrube während des Baues, und, bei Béton-Fundirungen, um dem Béton die Fläche anzuweisen, über welche er auszubreiten ist; oder die Spundwände haben auch den Zweck, um, nach Beendigung des Baues, den durch die Last des Bauwerks gedrückten Untergrund zusammen zu halten, und den letzteren vor dem Auswerfen oder Auswaschen des Wassers zu bewahren. Wenn z. B. eine massive Ufermauer an einem Wasserlaufe ausgeführt wird und auf Bétonschüttung fundirt werden soll, so besteht die erste Arbeit darin, daß man nach Fig. 87 an der Wasserseite eine Spundwand einschlägt. Dieselbe hält während des Baues das Zudringen des Wassers ab und verhindert nach demselben das Fortdrücken und Unterspülen der Mauer. Zu noch größerer Vorsicht kann man noch die Spundwand mit sogenannten

Erdank rn verbinden, doch ist dies nur in sehr seltenen Fällen nöthig.

Fig. 87.

Fig. 88.

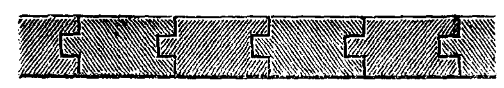


Fig. 89.

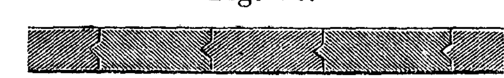


Fig. 90.

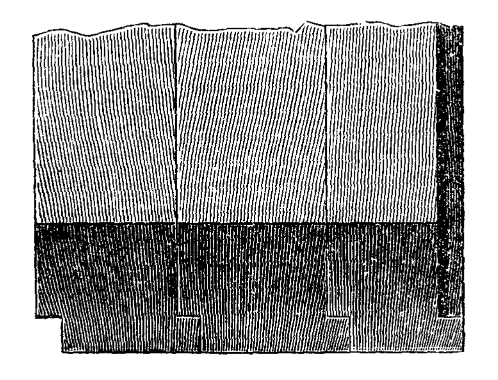


Fig. 91.

Die Spundwände selbst bestehen aus dicht neben einander eingerammten Pfählen, welche sich entweder unmittelbar berühren oder mit Feder und Nuth durch einander verbunden sind. Fig. 88 bis 91 zeigen verschiedene Arten von Spundungen.

§. 22. Grundgraben und Gründung auf gutem Baugrunde.

Nach Abgrabung des Abraumes derjenigen Stellen, an welchen man den Grund untersuchen will, gräbt man (wie in §. 20 1. erwähnt) Löcher, um zu erforschen, wie mächtig die vorhandene tragbare Schicht ist. In Städten kennen die alten Maurermeister und Brunnenmacher gewöhnlich den Grund und Boden sehr genau, und man kann ihre Erfahrungen hinsichtlich der Beschaffenheit desselben zu Rathe ziehen. Stellen sich aber die geringsten Zweifel an der Güte des Untergrundes ein, so thut man besser, genau zu untersuchen. Hoch und höher gelegene Baustellen haben in der Regel einen sicherern Grund als die niedrigen. Am wenigsten ist den an Wässern und Sümpfen liegenden Stellen zu trauen.

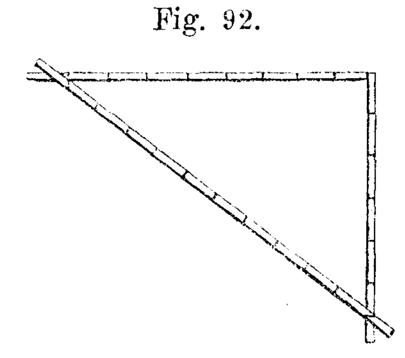
Hat man sich nun von der Tüchtigkeit des Untergrundes hinlänglich überzeugt, so folgt die Absteckung des Bauplatzes nach der Zeichnung, welche im verjüngten Maaßstabe gefertigt ist.

Dieselbe hat keine Schwierigkeit, wenn das Gebäude unmittelbar zwischen zwei andere zu stehen kommt, da dann die Länge der Baugrube gegeben und nur die Breite abzustecken ist. Die Tiefe wird womöglich nicht größer angenommen, als die der Fundamente von den nachbarlichen Gebäuden, um das kostspielige Absteifen, respective Unterfahren derselben zu vermeiden.

In anderen Fällen wird immer die Richtung oder Flucht einer Front, und zwar meistens die der Vorderfront bestimmt sein; nach dieser Flucht zieht man möglichst horizontal eine Schnur und bestimmt auf derselben denjenigen Eckpunkt, Fig. 95a, des Gebäudes, welcher wegen Grenzen oder anderer Ursachen eingehalten werden soll; indem man auch wohl in die Schnur eine Stecknadel oder ein dünnes Spänchen steckt. Von diesem Punkt mißt man die Länge der Front auf der Schnur ab, und bemerkt ebenso den andern Eckpunkt, um später die Länge der gegenüberliegenden Front vergleichen zu können. Diese beiden Punkte markirt man auf dem Boden durch kleine Pfähle von etwa 50^{zm} Länge und 4^{zm} Stärke.

Jetzt bestimmt man ungefähr die beiden andern Ecken a′, indem man mit dem Maaßstabe die Tiefe des Gebäudes von den vorderen Eckpfählen aus abmißt und dabei den rechten Winkel mit dem Augenmaaß nimmt. Hierauf legt man den Winkel bei a Fig. 95 an, zieht eine Schnur von a in der Richtung des andern Schenkels nach der Tiefe des Gebäudes und bringt den Pfahl a′ in diese Richtung. Ebenso richtet man den letzten Eckpfahl ein.

Fig. 92.



Einen rechten Winkel bilden jede 3 Linien (oder Latten), welche nach den Maaßen 3, 4, 5, oder aus einem Factor und 3, 4, 5, also etwa 2×3 und 2×4 und 2×5 gebildet sind (weil in jedem rechtwinkligen Dreieck das Quadrat der Hypotenuse gleich der Summe der Quadrate der beiden Katheten ist, welches bei den Zahlen 3, 4, 5 der Fall ist (auch wenn man sie mit einem gemeinschaftlichen Factor multiplicirt).

Man bildet also einen solchen rechten Winkel, wenn man 2 Latten von etwa 10^m Länge nimmt, darauf aus der Ecke, wo man sie zusammengesetzt hat, nach der einen Seite 3^m, nach der andern 4^m absetzt, so entstehen die beiden Katheten des rechtwinkligen Dreiecks. Hierauf nimmt man eine dritte Latte und befestigt sie, nachdem man

5^{m} auf derselben abgestochen hat, so auf den beiden andern, daß die beiden Endpunkte der äußern Kante dieser Latte auf die Endpunkte der beiden Katheten zu liegen kommen, welche sich ebenfalls in den äußern Kanten der beiden erwähnten Latten befinden, und man erhält ein rechtwinkeliges Dreieck. Die beiden Latten, welche die Katheten bilden, könnnen immer etwas länger sein als die darauf abgesteckten Maaße, da sie alsdann die Richtung des rechten Winkels noch weiterhin angeben. Die Maaße klein zu nehmen, ist nicht gut, da die rechtwinklige Richtung um so ungenauer angegeben ist, je kleiner man die Dreiecke macht. Will man auf ähnliche Art schräge Winkel wie in Fig. 93 abstechen, so verfährt man ganz ähnlich, indem man den schrägen Winkel durch Latten bildet. Diese Winkel anstatt durch Latten mit Schnuren zu bilden, taugt nicht, da die Schnur sich zu leicht der Länge nach verzieht und Unrichtigkeiten ergiebt.

Die Aussteckung der Winkel nennt man die Verreihung. Sind die 4 Winkelpfähle auf diese Art bestimmt, so pflegt man zur Probe der Richtigkeit noch mit einer Schnur beide Diagonalen des Vierecks zu messen, die alsdann gleich sein müssen. Da bei dem Ausgraben der Erde die Pfähle **aa** Fig. 95 wieder weggenommen werden, so verfährt man, um anstatt ihrer andere feste Punkte zu erhalten, folgendermaßen. Es sei Fig. 94 der Querdurchschnitt, Fig. 95 der Grundriß, **Q** der Querdurchschnitt der Grundmauer, **lk** die Erdoberfläche, **cdefgk** der Querdurchschnitt des Grundgrabens, und zwar **cd** und **kg** die äußere und innere Böschung, **dg** die Sohle, auf der die Grund-

Fig. 93

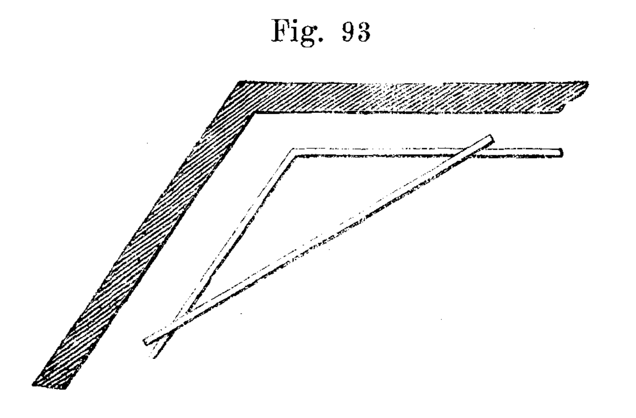
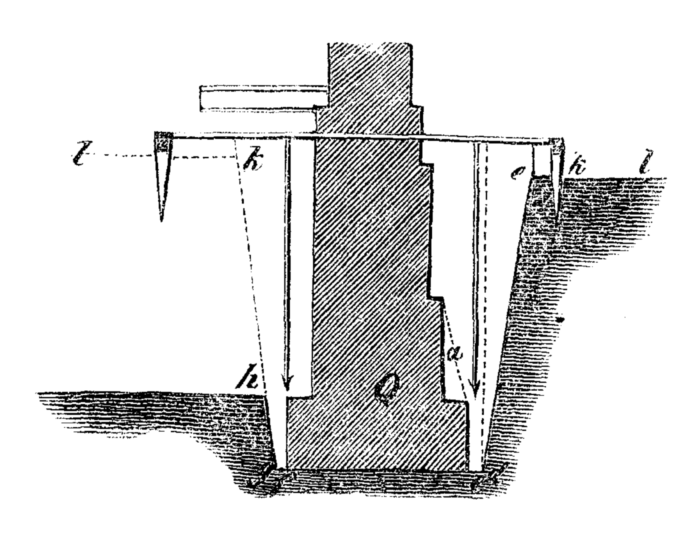


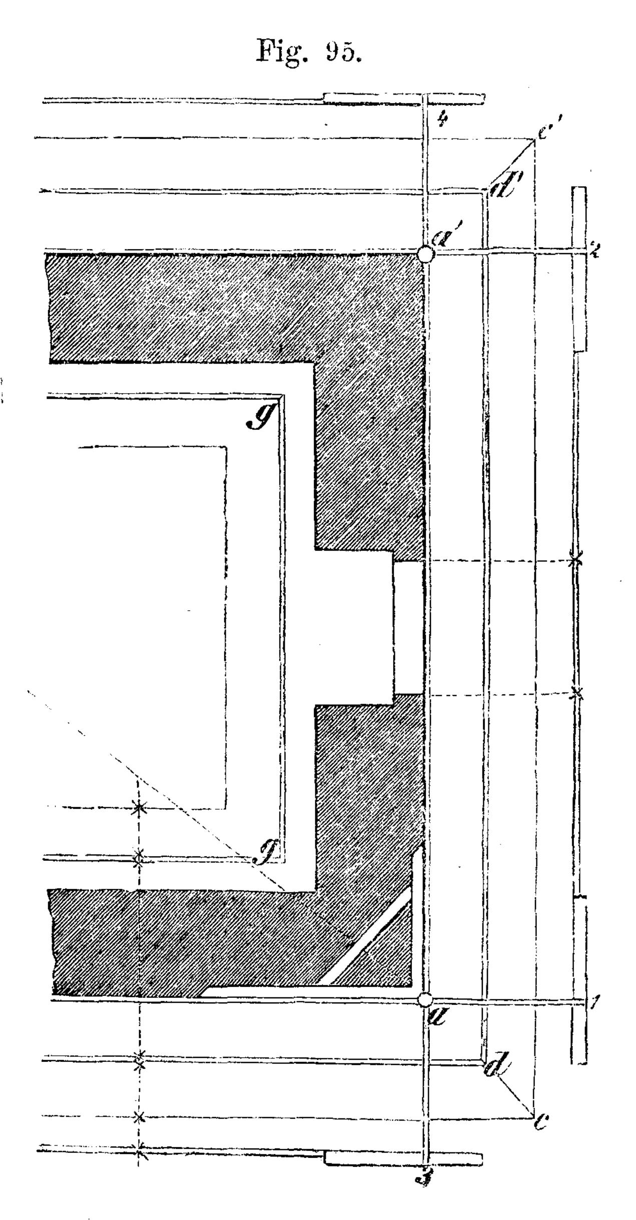
Fig. 94.



mauer Q aufsteht. Von den Ecken cdgk zieht man im Grundrisse Fig. 92 die Vierungen cc', dd', gg' 2c. Nunmehr verlängere man die Vierungslinie der Ecken aa 2c. auf beiden Enden in gerader Richtung nach 1, 2, 3, 4, und mache daselbst kleine Böcke, jeden aus 2 Pfählchen, 8 zm stark, 60 zm über der Erde stehend, mit einem quer über diese Pfähle genagelten Lattenstück, so daß diese Lattenstücke gleichlaufend mit den zugehörigen Vierungspfählen aa werden. Man macht diese Latten gleichlaufend, wenn man von a 1, a 3, a 2, a 4, gleiche Abstände nimmt, und die äußern Kanten der Latten in diese Richtung einrichtet.

Die Verlängerung der Vierungslinie giebt man durch Striche mit Bleistift und Einschnitte (oder Kerbe) auf jeder Latte an, sticht die Mauerstärke nach innen ab und zieht über den äußeren und inneren Kerb jeder Latte eine Schnur, so geben diese Schnuren die äußere und innere Mauerlinie an. Ebenso bestimmt man die Breite der Fundamentgraben für die Mittel- und Quermauern. Hat das Gebäude keine rechten Winkel, so verfährt man ganz in ähnlicher Art mit den schiefen Lattendreiecken, wie man bei rechtwinkligen verfuhr.

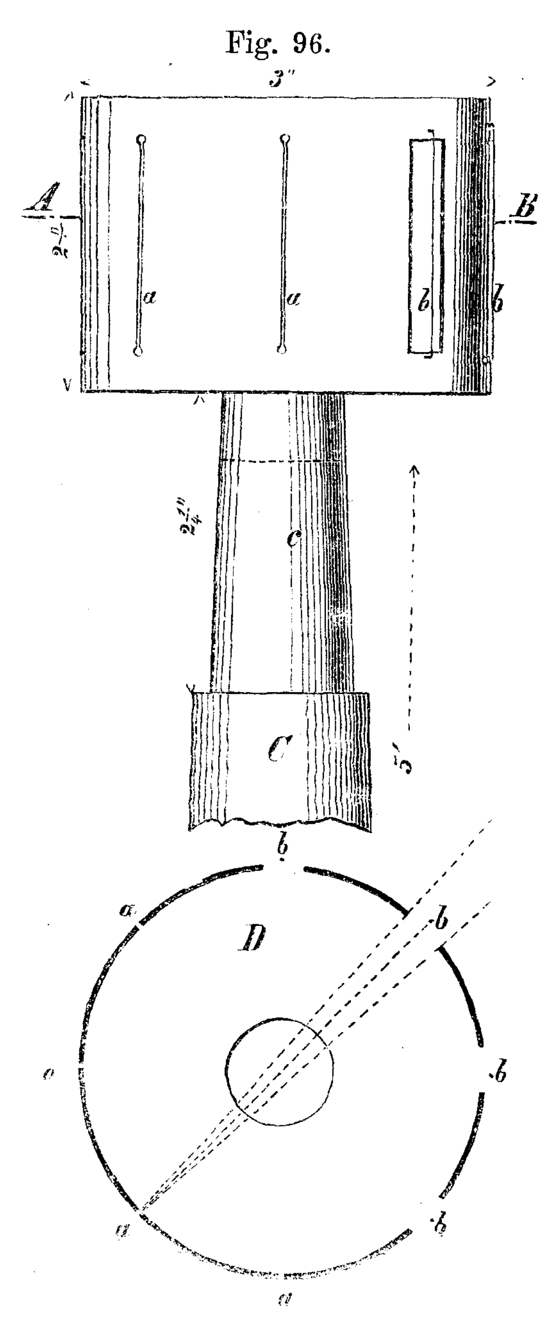
Fig. 95.



Statt des großen rechten Winkels, dessen Transport unbequem ist, wendet man jetzt auch zum Abstecken der Baugrube die sogenannte **Kreuzscheibe** an. Dieselbe muß von einem Mechanikus gefertigt sein; sie besteht aus einem messingenen Cylinder von 8 zm Durchmesser, 5 zm Höhe und 0,4 zm Stärke, ist mit einem Deckel versehen, damit es nicht hineinregnet und mehr Steifigkeit erzielt

wird und mit einem Boden, an dem eine Hülse von 6 zm Länge und $2^1/_2$ zm Durchmesser angelöthet ist, vermittelst welcher der Apparat auf einen Stock von $1^1/_2$ m Länge gestellt werden kann. Dieser messingene hohle Cylinder hat 2 senkrechte, ganz feine, 4 zm lange Einschnitte, welche um einen rechten Winkel oder 90° auseinanderliegen. Diesen Einschnitten a diametral entgegengesetzt befinden sich 2 ebenso lange, aber 8 mm breite Einschnitte b und in deren Mitte ein Pferdehaar, das oben und unten in kleinen Löchern durch feine Holzstiftchen befestigt ist. Durch die Einschnitte a und die Pferdehaare in den Einschnitten b ist der Umfang des Cylinders in 4 gleiche Theile getheilt, und jeder Theil umschließt einen rechten Winkel. Steckt man das Stativ an einem Endpunkt senkrecht in die Erde und dreht die Kreuzscheibe so, daß der eine Schlitz a und das gegenüberliegende Pferdehaar b in der Richtung der einen Front oder einer Schnur liegen, so liegt der andere Schlitz und das andere Roßhaar rechtwinklig dazu, und um nun diese Richtung festzuhalten, hat man nur nöthig, einen Pfahl, bevor man ihn festschlägt, so lange rücken zu lassen, bis er beim Durchsehen von dem Pferdehaar gedeckt wird.

Fig. 96.



Man hat auch Kreuzscheiben, wo 4 Schlitze a und gegenüber 4 Pferdehaare b befindlich sind, um auch Winkel von 45° einsehen zu können und stellt Fig. 96 eine solche dar.

Hat man die Fundamentgräben nach der Zeichnung abgeschnürt oder die Baugrube, wenn Unterkellerungen da sind, und auch die Böschung zugesetzt, so sticht der Arbeiter durch Ein-

stechen mit der Schippe, an den Schnuren entlang, die einzelnen Fluchten ab; hierauf werden die Schnuren weggenommen und die Erdschicht so tief ausgegraben, als die Fundamente oder Kellerungen werden sollen. Sind keine Kellerungen vorhanden und keine tiefen Fundamente nöthig, so wird der Boden aus den Fundamentgräben mit der Schippe befördert und entweder zur Seite geworfen oder verkarrt. Ist sehr viel Boden auszuheben, dann beginnt man gleich mit dem Karren und hat bei tiefen Fundamentgräben darauf zu achten, daß die Karrenfahrten (Laufdielen) zweckmäßig und nicht steiler als im Verhältniß von 1 : 10 gelegt werden. Im Uebrigen rechnet man, daß die Arbeit, welche nöthig ist, um eine Erdmasse 1^m senkrecht zu heben, ebenso groß ist wie die, welche nöthig ist, um dieselbe Masse 30^m horizontal zu bewegen. Nimmt man eine Arbeitszeit von 10 Stunden an, so schafft ein Arbeiter täglich fort: in leichtem Boden 10 Kb^m, in festem 9 Kb^m, in kiesigem 7,5 Kb^m, in thonigem oder lehmigem Boden 6,1 Kb^m, in Torfboden 5 Kb^m, in aufgeschüttetem mit Ziegelschutt vermischten 3,75 Kb^m.

Was die Tiefe der auszugrabenden Stellen anlangt, so braucht man dieselbe, wenn keine Keller vorhanden, also blos Fundamentgräben zu machen sind, bei gutem Baugrund selbst für schwere massive Gebäude nie größer zu nehmen als 1, höchstens $1^1/_4{}^m$, da nur bis auf diese Tiefe die Witterungsverhältnisse Einfluß haben. Niedrige massive Gebäude und Fachwerksgebäude bis zu 2 Stockwerk hoch brauchen eine Fundamenttiefe von $^1/_2{}^m$. Es wird also hierbei schon genügen, wenn der Abraum über der festen Erdschicht, welcher gewöhnlich $^1/_2{}^m$ stark liegt, fortgegraben wird. Die Fundamente noch flacher zu legen, wie leider oft genug geschieht, ist nicht rathsam, da alsdann jedenfalls aus den angeführten Gründen Senkungen entstehen müßten. Damit die Ränder der Fundamentgräben, bei lockerem Boden durch ihre eigene Last, und bei festerem Boden durch Regenauswaschungen, nicht nachstürzen, ist es nothwendig, die Fundamentgräben oben breiter als unten anzulegen, man nennt diese schräge Linie die Dossirung. Werden die Erdwälle der Fundamentgräben höher als $2-2^1/_2{}^m$, so werden bei leichtem Boden die Dossirungen in Absätzen von $1-2^m$ Höhe angelegt, und diese Absätze $30-50^{zm}$ gemacht.

Man nennt solche Absätze Banquettes. Besonders trüglich sind Lehm- und Thonschichten. Bei trocknem Wetter sind darin angelegte

Fundamentausgrabungen sehr fest, aus welchem Grunde die Maurer auch selbst tiefe Ausgrabungen in diesem Erdreich ohne alle Dossirung (senkrecht) anlegen. Dies Verfahren ist aber durchaus schlecht, denn bei anhaltendem Regen wird Lehm und Thon von demselben erweicht und es geschieht alsdann nicht selten, daß solche zu wenig oder gar nicht dossirte Erdwände einstürzen, die Fundamentgräben verschütten, und bei großer Tiefe auch wohl die in den Gruben befindlichen Arbeiter beschädigen oder gar tödten können. Man muß dabei auch bei scheinbar festem Boden eine angemessene Dossirung geben oder die senkrechten Erdwände mit Brettern bekleiden und absteifen.

Bei Fundamenten von nur $^1/_2{}^m$ Tiefe ist gar keine Dossirung erforderlich; in diesem Falle werden die Fundamentgräben eben so breit gemacht, als die Fundamentmauern selbst werden sollen; auch sucht man bei Fundamenten bis zu 1^m Tiefe ohne Dossirung fortzukommen und giebt andernfalls den Gräben eine 8^{zm} starke Dossirung; bei $1^1/_2$—2^m Tiefe, je nach der Standfähigkeit des Bodens, eine 47—62^{zm} starke; bei größeren Tiefen und leichtem Boden giebt man $^1/_2{}^m$ starke Dossirung und legt außerdem in Höhen von 2^m Banquettes von 60^{zm} Breite an, so wird man gegen Verschüttung der Baugrube und der Arbeiter hinlänglich gesichert sein. Bei sehr lockerm Boden muß der Fuß der Dossirungen erforderlichen Falles noch durch eingeschlagene Pfähle, Streben und vorgeschobene Bretter gehalten werden.

Eine andere Nothwendigkeit bei den Fundamentgrabungen ist:

Das Feststampfen der Sohle der Fundamentgräben. Außer Felsgrund wird jede Erdschicht von der Last des darauf ruhenden Gebäudes senkrecht zusammengepreßt und zugleich nach den Seiten hin fortgedrängt, bis der Widerstand des unterhalb und nach den Seiten zu befindlichen Erdreiches diese Pressungen nach und nach aufhebt. Hierdurch erfolgt das senkrechte Einsinken oder die Senkung eines jeden Gebäudes. Um aber diese Senkung von vorn herein so unschädlich als möglich zu machen, verfährt man folgendermaßen:

Mit gewöhnlichen etwa 50^k schweren hölzernen Handrammen wird die Sohle der Fundamentgräben bis zu der möglichsten Festigkeit abgerammt. Hierdurch wird das Erdreich schon vorher so stark zusammengepreßt, daß der Druck des später aufgeführten Gebäudes nur noch eine sehr geringe oder auch gar keine Wirkung mehr machen wird und also auch keine Senkung desselben weiter erfolgen kann.

Daß das Abrammen nur bei an sich festen Boden die meisten Dienste in dieser Hinsicht leisten wird, ist einleuchtend. Sehr weicher Boden taugt überdies zu Gründungen nur, wenn eigenthümliche Vorrichtungen dabei angewendet, die sogleich folgen sollen.

Die Anlage der Fundamentmauern.

Hat man keine Kellerungen, sondern nur etwa 1^m tiefe horizontale Fundamentgräben für ein kleineres Gebäude, mit senkrechten Wänden ausgehoben, so mauert man diese Gräben gewöhnlich voll aus bis zur Höhe des Terrains oder Planums, und setzt erst dort die Mauern ab.

Hat man hingegen eine Baugrube für Kellerungen oder tiefere Fundamentgräben ausgehoben, so führt man die Mauer in Banquetten auf, spannt zunächst oben die Schnuren für dies unterste Banquette aus, lothet etwa alle 3^m einen Stein ein, verlegt aber im Uebrigen die unterste Schicht häufig nach dem Augenmaaß, weil die Schnuren wegen der großen Menge Steine, die an verschiedenen Stellen heruntergeworfen werden, leicht reißen. Waren hingegen die Schnurböcke nicht lang genug, um dies Banquette abzuschnüren, so schnürt man das reine Mauerwerk ab, lothet an den Ecken herunter, und läßt von einem andern Maurer die Ecksteine nach dem Zollstock im Winkel von 45^0 so weit hinaus rücken, bis sie nach beiden Seiten den erforderlichen Ueberstand haben. Hierauf zieht man die Schnur unten und richtet so viel Steine nach derselben ein als nöthig. Zu dieser untersten Schicht verwendet man die größten, lagerhaften Steine, verlegt sie oft trocken, also ohne Mörtel, rammt sie aber gehörig fest und gleicht die Stoßfugen und Ungleichheiten mit passenden kleineren, aber plattenförmigen Steinen in Mörtel aus. Für die zweite Schicht der Umfassungsmauern bestimmt man die Lage der Ecken ganz genau und mauert dieselbe nach der Schnur. In diese Schicht muß die zweite Schicht der Mittel- und der Scheidewände eingebunden werden. Die Lage der Mittelwände ist entweder mittelst Schnurböcken bestimmt oder wird wie die Lage der Scheidewände (oder Pfeilervorlagen) mittelst Maaßlatten an den Umfassungsmauern bezeichnet, da das Abmessen auf der Mauer mit dem Maaßstab Irrthümer veranlassen kann.

Hingegen werden Oeffnungen in den Scheidewänden, selbst ohne Latten, nur mit dem Meterstab abgemessen, ihre Mitte (Mittel) wird mit Schiefer oder Blei auf der Mauer vorgezeichnet, von dieser Mitte

aus der Grundriß der Oeffnung vorgeschrieben und die erste Schicht bald angelegt.

Findet sich eine feste Erdschicht erst in einer Tiefe von 3—4—5^{m} unter der Oberfläche, so ist es in diesem Falle besser, die Erdschichten bis zu diesen Tiefen durchzugraben, auf die feste Erdschicht ein gewöhnliches Mauerfundament zu legen und darauf den Bau zu führen. Ob es gerathener ist, eine der nunmehr folgenden künstlichen Gründungsarten dabei zu benutzen, hängt von vielerlei Umständen, Oertlichkeiten und Erfahrungen ab, muß jedesmal dem Ermessen des Baumeisters überlassen, nicht aber, wie es so oft geschieht, durch die Unkenntniß und den Eigensinn des Bauherrn bestimmt werden.

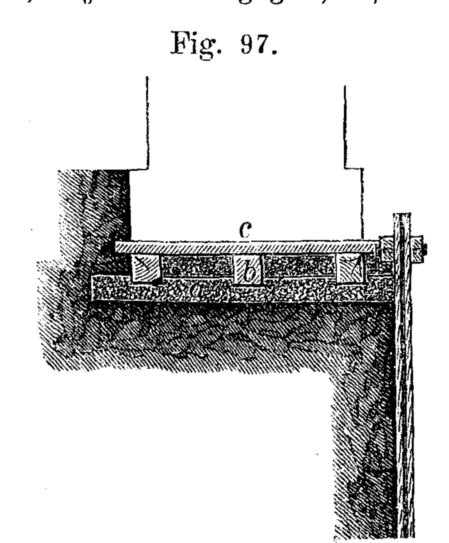
§. 23. Gründung auf Rosten.

Ist der Boden auf eine große Tiefe hinab entweder stellenweise oder überall so weich, daß ein darauf aufgeführtes Mauerstück ohne weiteres versinken würde, so bedient man sich zur Gründung hölzerner, breiter Unterlagen, auf welche das Gebäude zu stehen kommt. Man nennt diese Vorrichtungen Roste.

Es giebt zweierlei Arten davon: den liegenden (gestreckten, fliegenden, schwimmenden) Rost und den stehenden oder Pfahlrost. Obgleich die Anfertigung beider nicht zur Maurerarbeit gehört, erscheint es doch hier nöthig, davon eine kurze Uebersicht zu geben.

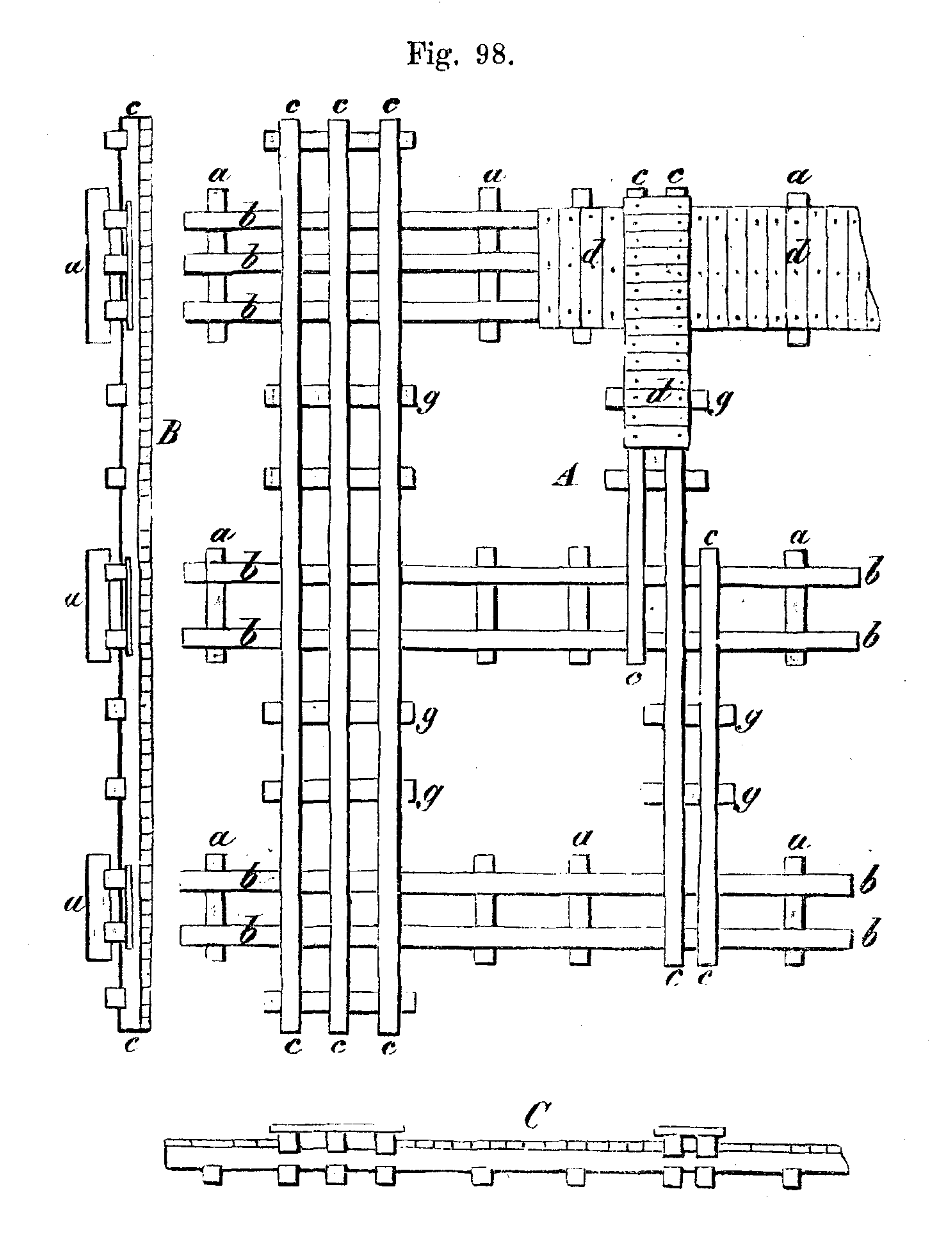
a) Der liegende Rost. Derselbe bezweckt ein gleichmäßiges Setzen durch Verbreiterung und möglichsten Zusammenhang der Grundfläche, ohne den festen Baugrund zu erreichen. Bei Anwendung desselben wird der Baugrund in der erforderlichen Tiefe ausgegraben und horizontal abgeglichen, dann die Querstellen a Fig. 97 gelegt, über diese die Langschwellen b und darauf mit hölzernen Nägeln der Bohlenbelag c befestigt. Auf diese Unterlage wird mit dem Mauerwerke begonnen. Fig. 98 A. zeigt den Grundriß, Fig. 98 B. C. die Durchschnitte. Der Grundriß stellt den Rost an der Giebelecke eines Gebäudes vor, mit einem Giebelroste, 2 Frontrosten, einem Mittelwandroste und 2 Querwandrosten. Ein solcher liegender Rost besteht aus den Unterlagen aaa. Diese sind bei schweren Gebäuden Ganzhölzer

Fig. 97.



und dann heißt der Rost ein Schwellrost; bei leichteren nur Bohlen-stücke von 12^{zm} Stärke und möglichst breit; und ein solcher Rost wird

Fig. 98.



Bohlrost genannt. Diese Unterlagen müssen hinlänglich vor der Breite der Grundmauern vorstehen; auf dieselben werden nach der Länge des Gebäudes andere Hölzer oder Bohlen gestreckt bbb und zwar nach Verhältniß der Breite der Grundmauern 2 bis 3 derselben. In gleicher Höhe mit diesen Bohlen oder Balken bb kommen die Unterlagen gg zu den Giebeln oder Quermauern zu liegen, und über diese wieder in der Breite der Grundmauern die Balken oder Bohlen ccc.

Endlich übernagelt man sowohl diese Balken cc als die mit bb bezeichneten, querüber mit Bohlen dd (wozu hölzerne Nägel genommen

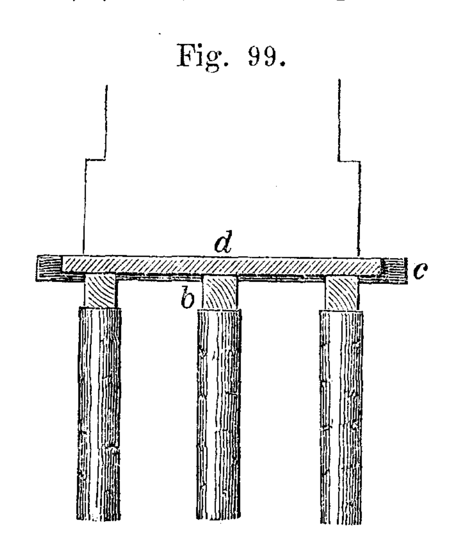
werden können). Die Bohlen dd bilden zwar keine ebene Fläche, welches aber nichts ausmacht, da durch das Mauerwerk alles ausgeglichen wird. Da ein liegender Rost, wenn das Mauerwerk darauf kommt, jedenfalls tiefer sinkt, so ist es nothwendig, den Unterbau des Gebäudes höher zu machen als er ohne diese Senkung zu sein brauchte.

Die Entfernung der Unterlagen aaa und gg hängt von der Stärke der darüber zu streckenden Balken bbb und cc ab; nimmt man nämlich zu letzteren nur Bohlen anstatt Halbholz oder Balken, so müssen die Unterlagen näher gelegt werden, damit die Bohlen oder Balken von einer Unterlage zur andern nicht biegen. 1^{m} lichte Entfernung bei Balken und 60^{zm} lichte Entfernung bei Bohlen würden wohl die Grenzen sein. Im ersten Falle müßten mindestens 10^{zm} starke Bohlen zur Benagelung, im andern Falle $6-8^{zm}$ starke genommen werden. Auf diesen Rost nun wird das Gebäude aufgemauert.

b) Der stehende Rost, Pfahlrost, Pilotage Fig. 99.

Durch denselben soll der gute Baugrund jedenfalls erreicht werden, so daß kein Setzen erfolgt.

Fig. 99.

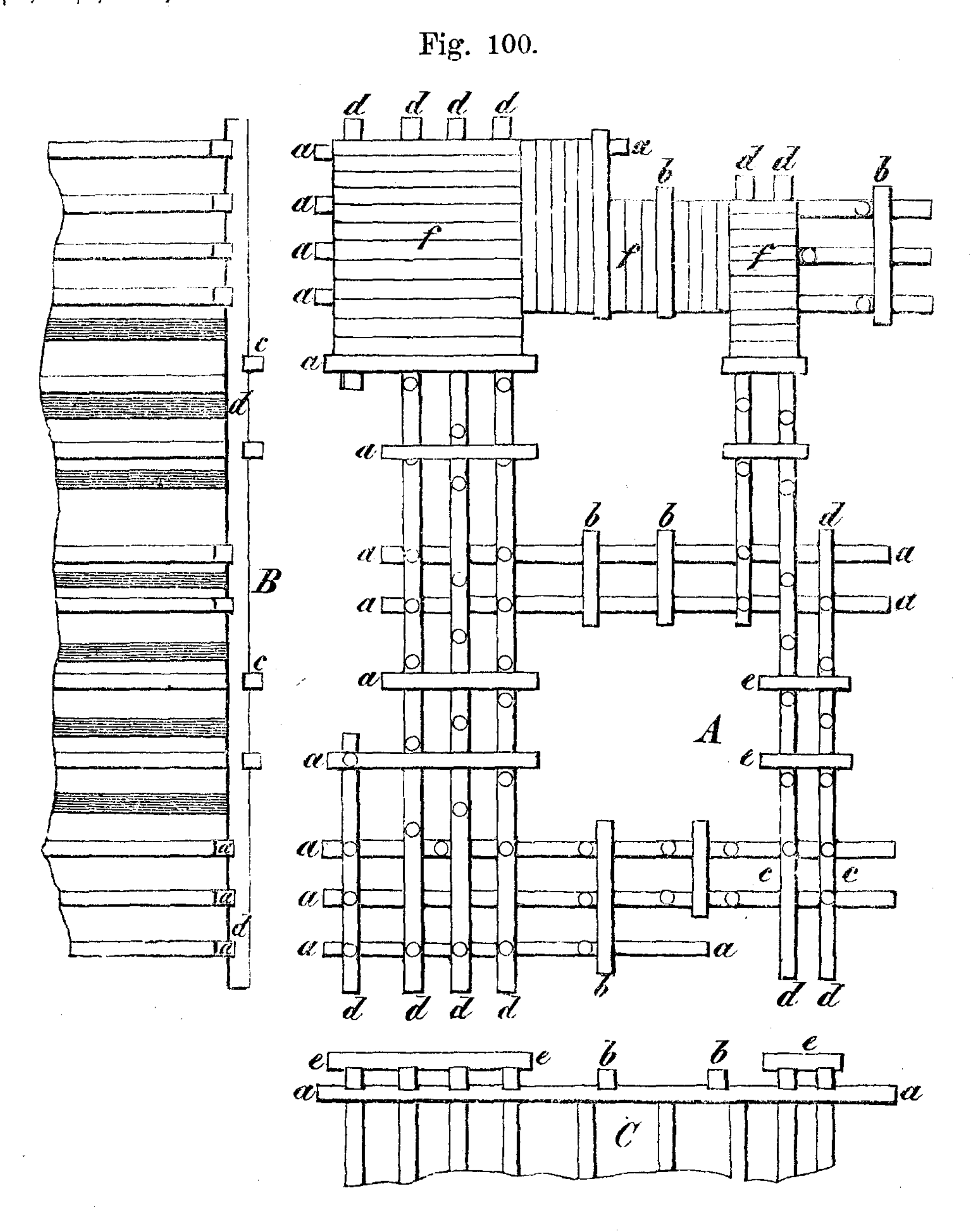


Aus dem Grundriß Fig. 100 A ist das Ganze deutlich zu ersehen. Es werden zuvörderst Pfähle bis auf den guten Grund eingerammt (Fig. 101 und 102), was oft nur durch Aufeinanderpfropfen mehrerer Pfähle möglich, und auf welche man die Rostschwellen aaa und ddd aufzapft. Ueber diese Rostschwellen sind $1-1^{1}/_{2}{}^{m}$ von einander, Querhölzer oder Zangen bb aufgekämmt. Da, wo Quer- oder Scheidewände auf die Haupt- oder langen Wände stoßen, dienen die Schwellen derselben zugleich als Zangen der ersteren, wie bei cc zu sehen. Die Pfähle unter den Scheidewänden dd müssen daher, wie die Durchschnitte Fig. 100 B und C zeigen, bei dem Abschneiden derselben um so viel, als die Höhe der Schwellen ohne die Einkämmung beträgt, länger gelassen werden. Diese Schwellen der Scheidewände werden ebenfalls mit Zangen ee verbunden. Endlich legt man den Bohlenboden ff quer über die Balken und zwischen die Zangen von $8-10^{zm}$ starken Bohlen, welche mit hölzernen Nägeln aufgenagelt werden. Die Entfernung der Pfähle unter einander von Mitte zu

Mitte ist nach Maaßgabe der Größe des aufzuführenden Gebäudes 1—$1^1/_4$ m.

Sämmtliche wagerechte Hölzer werden übereinander gekämmt, aber nicht zur Hälfte überschnitten, weil das ihre Stärke und Haltbarkeit zu sehr schwächt.

Fig. 100.



c) Spundwände. (Siehe das Weitere §. 21.) Mit den Rosten in Verbindung kommen bei solchen Gründungen, wo man eine Ausspülung des Untergrundes durch Wasserströmungen zu befürchten hat (wie bei Wasserwerken, Mühlen und Brücken, an Strömen und am Meere), häufig Spundwände vor. Man fertigt sie bei bedeutenderen Werken aus ineinandergefügten Halbhölzern (Spundpfählen); bei Sandboden und kleineren Werken, und ferner wenn ihre Länge nur

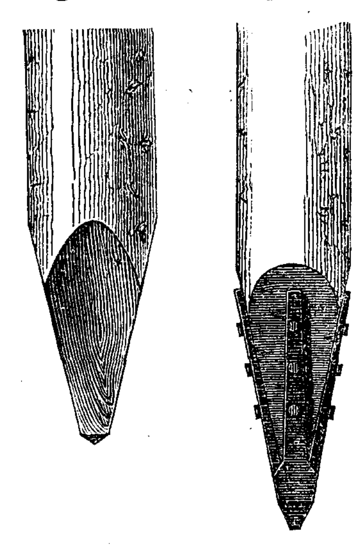
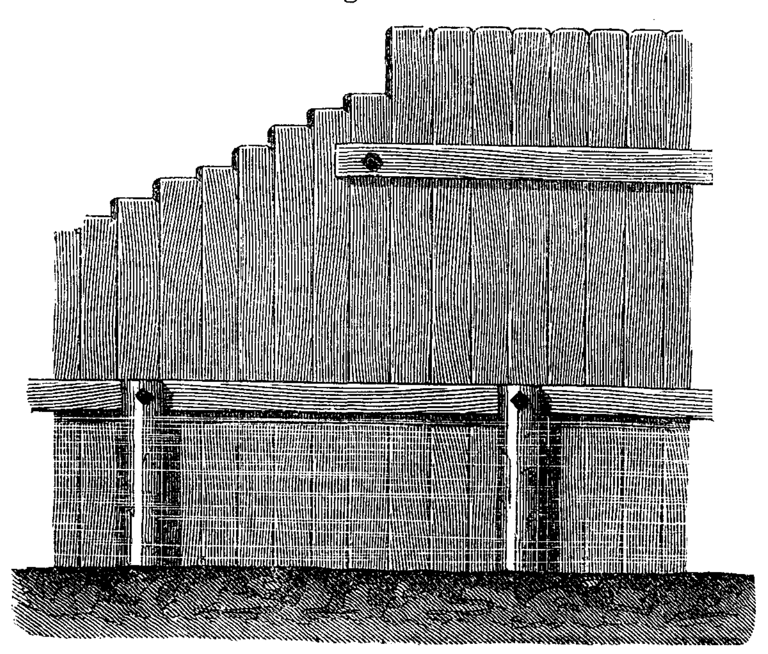


Fig. 101. Fig. 102.

$2-2^1/_2{}^m$ beträgt, nimmt man $10-12^{zm}$ starke buchene oder kieferne Bohlen (Spundbohlen) Fig. 103. Die Spundbohlen werden mit Feder und Nuth zusammengesetzt; sind dieselben gleich breit, so erhält jede Bohle eine Feder (Spund, Vorsprung) und eine Nuth (Falz), in welche der Spund paßt; hat man hingegen verschieden breite Bohlen, dann arbeitet man wohl an die breitern zwei Federn und in die schmaleren zwei Nuthen. Unten erhalten die Bohlen eine durchlaufende Zuschärfung. Diese Bohlen werden zwischen doppelten Zwingen einge-

Fig. 103.



rammt und oben zur größern Steifigkeit mit Bohlzangen verbolzt, oder es wird ein durchlaufender Zapfen (Abfasung) oben angearbeitet, ein Holm darauf gelegt, an seiner Unterfläche der Zapfen der Spundwand angeschroben, dann der Falz ausgearbeitet und nachdem man den Zapfen der Spundwand (die Abfasung) mit getheerter Leinwand umwickelt hatte, wird der Spundwandholm mit der Handramme aufgetrieben und mit dreiarmigen Ankern an der Spundwand befestigt. Bei Spundpfählen aus Halbhölzern hat man in neuerer Zeit versucht, die Nuthen und Federn wegzulassen, um an Material zu sparen, und hat blos eine Federung angebracht.

Die Anwendung der Spundwände geschieht, wie wir bereits bemerkt haben, um den Grund gegen Auswaschen und Unterspülung zu sichern. Um dies zu bewirken, wird die Spundwand vor den Rosten so eingerammt, daß das Wasser keine nachtheilige Wirkung auf dieselben äußern kann. Es muß demnach die Spundwand 2 Hauptbedingungen erfüllen: 1) muß sie vollkommen dicht sein; 2) muß sie so tief hinunter gehen, daß die Wirkung des Auswaschens und Ausspülens, unter derselben hinweg, auf keine Weise stattfinden kann. Soll Mauerwerk hinter der Spundwand gegründet werden, dann muß sie etwa noch einmal so tief reichen, als die Fundamente werden; wenn sie einen Wasserdruck abhalten soll, wie bei Stauwerken, so läßt man sie so tief unter die Sohle gehen, als das gestaute Wasser über die Sohle zu stehen kommt.

Was die Anwendung der Roste und Fangedämme betrifft, so verhält es sich damit folgendermaßen:

Ein liegender Rost wird angewendet, wenn das Erdreich so wenig Zusammenhang hat, daß eingerammte Pfähle auch in großer Tiefe keine Festigkeit bekommen, ferner wenn man wegen der Nähe der Nachbargebäude nicht rammen darf, wenn außerdem der weiche Grund von gleichmäßiger Beschaffenheit (also nicht stellenweise hart und stellenweise weich) ist; ferner wenn man sicher ist, daß der Rost immer feucht liegen werde, und wenn man wegen Mangel an Sand keine Sandgründung herstellen kann.

Ist das Erdreich schlammig, so wird der liegende Rost unmittelbar oben aufgelegt und darauf gemauert, wenn man zuvor den Grund untersucht und große Steine oder andere Hindernisse weggeräumt hat.

Man muß bei einem liegenden Roste das Mauerwerk immer rings herum **gleichförmig** aufführen, damit der Rost nicht auf einer Seite zu schwer belastet wird, sich **schief** senkt und das Mauerwerk abgleitet.

Das immer gleich hohe Aufführen der Mauern ist demnach Hauptbedingung sowohl bei den Umfassungsmauern als auch bei allen übrigen.

Je weicher der Boden ist (je mehr er sich also durch die Last des darauf stehenden Gebäudes eindrückt), um so breiter muß man den Rost vor dem Mauerwerk vorstehen lassen. Ein Vorsprung des Rostes vor dem Mauerwerk von 60^{zm} bei sehr weichem Boden, und von 30^{zm} bei minder weichem, würde für die meisten Fälle genügen.

Da die vier äußern Ecken des Gebäudes den stärksten Druck äußern (weil dessen Vertheilung auf eine größere Fläche auf diesen Punkten aufhört), so muß der Rost, wenn nicht andere Gebäude hindern, auf diesen Punkten noch mehr verbreitert werden, wie auch die Zeichnungen zeigen.

Werden nun die Mauern auf einem liegenden Roste immer in gleicher Höhe aufgeführt, so senkt sich der Rost bei zunehmender Last gleichmäßig in die weiche Erdschicht ein, so lange, bis der weiche Boden so zusammengedrückt ist, daß er auch von unten herauf einer ferneren Senkung widersteht. Da aber dies Einsinken auch nach der Aufführung der ganzen Mauerhöhe noch fortdauern kann, so muß man die Fundamentmauern etwas höher aufführen, damit das Gebäude nicht mit der Zeit zu tief einsinke, wovon merkwürdige Beispiele vorhanden sind (namentlich in Potsdam). Hauptbedingung ist: daß alles Holzwerk des Rostes immer unter Wasser liege. Es muß also der Belag des Rostes mindestens einen Fuß unter den niedrigsten Wasserstand zu liegen kommen, und zwar deshalb, weil Holzwerk, das abwechselnd der Nässe und Trockenheit ausgesetzt ist, unter jeder Bedingung in kürzerer Zeit verfault.

Holzwerk, das immer unter Wasser liegt, wird endlich so hart wie Stein, namentlich gilt dies für Eichenholz.

Legt man demnach den Rost nicht unter den niedrigsten Wasserstand, so liegt er vermöge des Steigens und Fallens des Grundwassers abwechselnd trocken und naß, muß also nothwendig mit der Zeit verfaulen, was unmittelbar den Einsturz des darauf stehenden Gebäudes zur Folge haben würde.

Ein Pfahlrost wird angewendet, wenn der Boden nicht gleichmäßig weich ist, also keine gleichmäßige Senkung eines liegenden Rostes zu hoffen wäre und der gute Baugrund mittelst der Pfähle zu erreichen ist.

Auch bei Pfahlrosten müssen die Mauern möglichst durchweg in gleicher Höhe aufgeführt werden, um einen gleichmäßigen Druck zu bewirken, obgleich es hierbei nicht so durchaus zu beobachten wäre, als es bei liegenden Rosten der Fall sein muß; ferner müssen die Ecken des Gebäudes aus gleichen Gründen, wie bei dem liegenden Roste, eine Verstärkung durch die Verbreiterung des Rostes erhalten.

Ein Pfahlrost ist die theuerste Gründungsart, weshalb man besonders in neuerer Zeit, wo es nur irgend möglich war, dem liegenden

Roste, eben seiner größern Wohlfeilheit wegen, den Vorzug gegeben hat, aber auch diesen wieder so viel als möglich durch Sandschüttungen oder Bétongründungen zu ersetzen sucht.

Auch der stehende Rost muß so tief gelegt werden, daß sein Belag mindestens 30zm tief unter den niedrigsten Wasserstand zu liegen kommt, und zwar aus den oben bereits angeführten gleichen Gründen.

Spundwände dienen nach dem Vorigen zuweilen zur Anfertigung von Fangedämmen bei sehr wichtigen und langwierigen Wasserbauten; sonst aber hauptsächlich dazu, irgend ein Bauwerk, welches am oder im Wasser liegt, davor zu schützen, daß sein Untergrund (unter dem Fundamente) nicht ausgewaschen werden könne. Auch die Oberkante des Rähms (Holms), welcher die Spundwand oberhalb begrenzt, muß mindestens 30zm tief unter dem niedrigsten Wasserstande liegen. Das Mauerwerk der Fundamente wird indeß nicht mit auf den Rähm oder Holm der Spundwand aufgelegt, denn die Spundwand soll nicht tragen, sondern blos vor Ueberspülung schützen.

Die Gründung in Kasten besteht in Folgendem: soll bei einem reißenden Wasser z. B. ein Brückenpfeiler gegründet werden, so wird ein hölzerner Kasten von starkem Zimmerwerk angefertigt. Den Boden bildet ein liegender Rost, die Seitenwände sind so eingerichtet, daß man sie beliebig erhöhen und späterhin abnehmen kann. Zuvörderst wird der Grund im Wasser möglichst geebnet, alsdann bringt man den Kasten auf das Wasser über die Stelle, auf welche der Pfeiler hinkommen soll, und legt ihn dort vor Anker. Alsdann beginnt man das Mauerwerk, worauf sich der Kasten um so tiefer zu senken anfängt, je höher man mauert, bis er endlich den Grund erreicht. Wenn dies geschehen, nimmt man die Seitenwände des Kastens ab, und der Boden desselben, welcher sich mit dem Mauerwerke in die Tiefe gesenkt hat, bildet nunmehr gleichsam den liegenden Rost, worauf der aufgeführte Brückenpfeiler ruht.

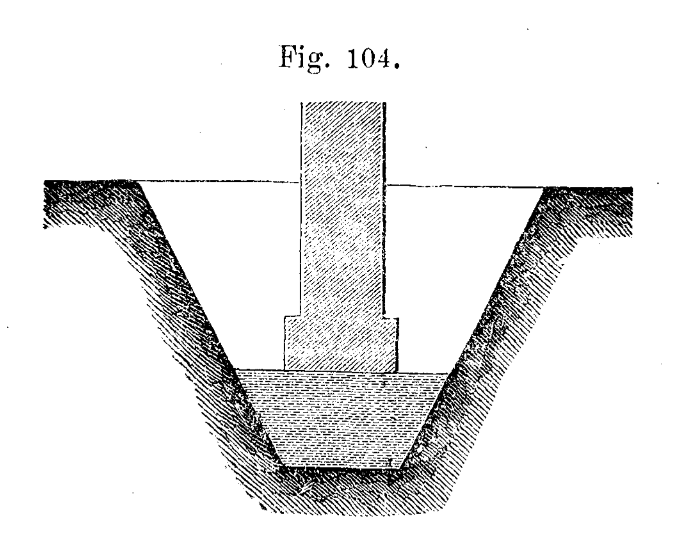
§. 24. Gründung durch Sandschüttungen.

Ist ein Boden, auf dem gegründet werden soll, zu weich, als daß er Mauerwerk tragen könnte, und will man zugleich keinen Rost der Kosten wegen anfertigen, so ist das einfachste Mittel, den weichen Boden durch eine Sandschüttung dichter, folglich fester, also tragbarer zu machen.

Man bedient sich hierzu wo möglich eines sehr groben Kiessandes, der so wenig wie möglich erdig oder gar lettig ist. Je reiner der

Sand und je gröber derselbe, um so mehr wird er dem gewünschten Zweck entsprechen; scharfkantiger Sand wird im Ganzen besser sein als rundkörniger. Zur obersten Schicht rammt man dann feineren Sand zur Ausgleichung. Das Ganze beruht darauf, daß man auf den weichen Boden eine hinlänglich dicke und breite Sandschicht schüttet (Fig. 104), damit sie dem Drucke des aufzuführenden Gebäudes widerstehe, und besonders auch nach der Seite hin nicht ausweiche. Es muß also die Sandschüttung nach allen Seiten hin bedeutend breiter werden, als das darauf zu errichtende Gebäude Flächenraum hat. In Gegenden am Meere, in der Nähe großer Ströme, wo vielleicht vielfach Baggerungen vorgenommen werden, kann man mit Vortheil die Baggererde zu Aufschüttungen benutzen, wenn sie viel Sand enthält und außerdem nicht zu muschelig und schlammig ist. In Greifswald wurde vor einigen Jahren ein massiver Theerspeicher ein Stockwerk hoch, über dem mittleren Theile mit einem hölzernen Aufbau, auf Sandschüttung erbaut. Der Ort, worauf er zu stehen kam, war weicher Wiesengrund; auf

Fig. 104.



diesem war seit mehreren Jahren die Baggererde des vorbeifließenden Ryckgrabens gehäuft worden, welche nach gehörigem Setzen eine Dicke von etwa 2 m hatte. Die Baggererde bestand aus feinem Meeressande, vielen kleinen Muscheln und Schlamm. Nichts desto weniger hat sich das gesammte Gebäude gut erhalten.

Auch der Ballast, welchen die Seeschiffe mitbringen, und der häufig aus grobem Kiesgerölle besteht, kann mit Nutzen zu dergleichen Sandschüttungen benutzt werden, da er in der Regel sehr wohlfeil zu haben ist.

Der französische Ingenieur Gauzence gründete das Portal der Wache von Mousserolles zu Bayonne auf Sandschüttung. Der Boden, auf dem dieses Portal errichtet werden sollte, bestand aus fettem, schlüpfrigem Lehm, der sich auf eine bedeutende Tiefe erstreckte; man hatte anfänglich vorgeschlagen, eine große Plattform aus Holz (lie-

genden Rost) zur Aufnahme des Steinfundamentes zu legen; es wurde jedoch der Vorschlag des Herrn Gauzence angenommen und in Ausführung gebracht, was dadurch geschah, daß der fette Lehmboden ungefähr 1^{m} tiefer, als der steinerne Unterbau zu liegen kam, und an der Stelle, wo eine Säule errichtet werden sollte, ausgegraben wurde; dieser 1^{m} wurde mit Sand ausgefüllt, den man sehr fest in die ausgestochenen Oeffnungen einrammte. Ueber diesen Sand wurden zwei Lagen Bruchsteinmauerwerk gelegt, und darüber eine Lage von behauenen Bausteinen, welche die Unterlage für die Säulen bildeten. Bevor man die Säulen oberhalb beendigte, wurde eine derselben zum Versuche mit einem Gewicht von 10,000^{k} beladen, wodurch gar keine bemerkbare Störung im Fundamente erzeugt wurde. Der Bau war im October 1830 vollendet, und auch noch bis jetzt hat sich kein Sinken oder Verschieben des Fundamentes bemerkbar gemacht, obgleich jede Säule ein Gewicht, das man auf 10,000^{k} annehmen kann, trägt. Eine Mauer desselben Wachthauses, auf gewöhnliche Art gegründet, hat sich bereits nicht unbedeutend gesenkt.

Dieselbe Gründungsart auf Sandschüttung ist mit Erfolg bei einigen Festungsbauten in Bayonne befolgt worden, wo die zu errichtenden Bauten auf weichem, nachgiebigem Boden zu stehen kommen mußten.

Eine Sandgründung von ungefähr 1^{m} Dicke wurde mit gleich befriedigendem Erfolge für ein Bollwerk eines kleinen englischen Hafens ausgeführt. Für die Erbauung des Artilleriearsenals in Bayonne wurde eine andere Art der Sandgründung angenommen. Der Boden bestand gleichfalls aus sehr fettem Lehm und Thon wie vorhin. Es war unmöglich, einen Holzrost hier anzuwenden, denn einestheils ist das Holz in dortigen Gegenden sehr theuer, anderntheils dringt bei hohem Wasserstande eine Menge Wasser in den Boden und mußte dann auch das Fundament erreichen, wodurch die Holzpfähle oder Holzdecken schnell verfault wären; der Oberst Durbach schlug daher vor, sich der Sandpfähle zu bedienen. Der Theil des Gebäudes, der für die Schmiede bestimmt ist, ist von viereckigen Pfeilern umgeben, die durch eine Mauer verbunden sind; jeder Pfeiler hat mit dem Zimmerwerke, das er trägt, ungefähr ein Gewicht von 35,000^{k}. Die Sandpfähle sind so vertheilt, daß jeder nur ungefähr eine Last von 2000^{k} zu tragen hat. Das Verfahren, diese Sandpfähle anzulegen, war folgendes: man trieb in den Boden einen gewöhnlichen Holzpfahl, von ungefähr 20^{zm} im Quadrat und 2^{m}

Länge, sodann zog man denselben wieder heraus und füllte das Loch, welches er gebildet hatte, nach und nach schichtenweise mit Sand, welcher fest in das Loch lagenweise eingestampft wird. Alsdann wurde die Oberfläche des Bodens und dieser Sandpfähle gut geebnet und das Mauerwerk darauf erbaut.

Indeß möchte eine einfache Sandschüttung vorzuziehen sein.

Das Verfahren des Oberst Durbach wurde in Paris beim Bau des St. Martinkanals vom Ingenieur Herrn Mery, jedoch mit einigen Abänderungen befolgt. Der Grund, für den es benutzt werden sollte, war sehr oft vom Wasser durchzogen, und sehr stark davon durchdrungen, als man zur Arbeit schritt; der Sand hätte daher leicht weggespült werden können, man bediente sich deshalb statt desselben einer Mischung von Mörtel und Sand (Béton), die aus $^1/_7$ hydraulischem Kalk und $^6/_7$ Sand bestand. Diese Mischung erhärtete sehr bald, nachdem sie an Ort und Stelle gelegt war.

Was den Sand betrifft, den man für obige Zwecke im Allgemeinen empfiehlt, so ist zu bemerken, daß er nur mittelmäßig fein, möglichst gleichkörnig und nicht erdhaltig sein soll. Man muß denselben durcharbeiten und immer in Lagen von 20—25^{zm} Dicke aufgeben und festrammen.

Der Widerstand, den diese Sandgründungen leisten, beruht darauf, daß der Druck sich sowohl auf die Seiten, als auf die Unterlage des Grundes vertheilt.

Daß die Gründung auf Sandschüttungen bereits im Alterthume bekannt war, ist außer Zweifel, und man hat nach neueren Untersuchungen starken Grund zu glauben, daß selbst die ungeheuren ägyptischen Pyramiden, welche in dem schlammigen Nilthale sich erheben, auf eine ähnliche Art gegründet sind.

In Bayonne wurde (vergl. Wiener Bauzeitung) ein Militärhospital gebaut, dessen Fundamente auf einer 1,25—1,50^m hohen Schicht von Sand ruhten, die auf den dort liegenden tiefen Moorgrund gebracht und dadurch dicht wurde, daß man so viel Wasser auf die Sandschicht laufen ließ, als sie einzusaugen fähig war, wobei der Sand sich gleichzeitig setzte. Man erhielt nun, nachdem diese Sandlage ausgetrocknet war, einen zusammenhängenden und dichten Grund, auf dem man, mit Ersparung von Pfahlgründungen, das Gebäude erbaute.

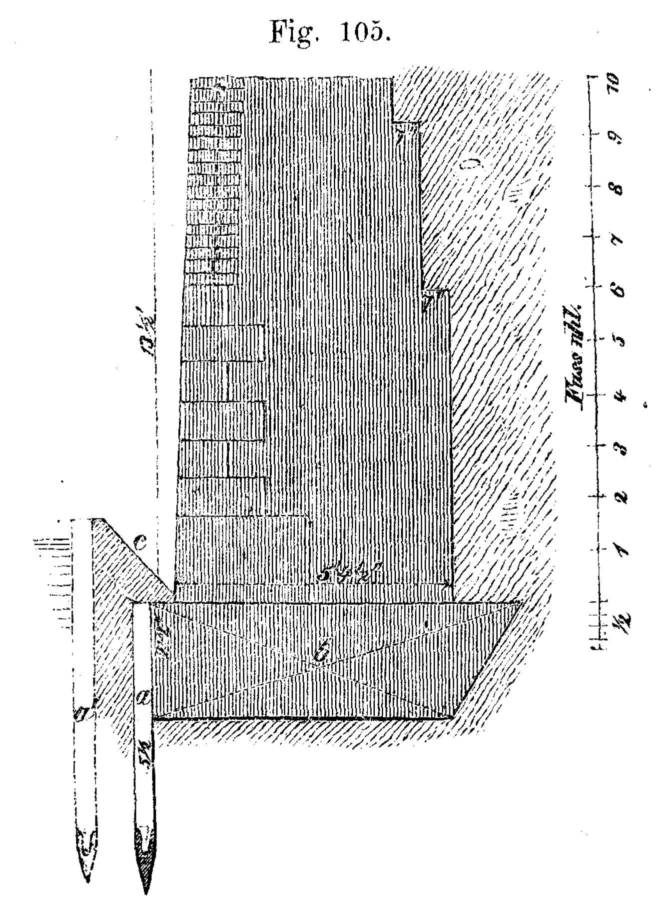
§. 25. Gründung mit Gußmauerwerk (Béton).

Unter Gußmauerwerk wird eine Mengung von hydraulischem Mörtel, aus Kalk und Cementzuschlägen (Traß, Puzzolane, künstliche Puzzolane, Ziegelmehl 2c.), Sand (siehe §. 18 h) und Steinbrocken verstanden, die größer oder kleiner sein müssen, je nach der Anwendung des Bétons zu Grundwerken bei Wasserbauten, oder zu Mauern gewöhnlicher Wohnhäuser. Der Béton hat die Eigenschaft, an der Luft schnell zu erhärten und mit der Zeit besonders unter Wasser und an feuchten Orten, immer fester zu werden. Man kann die größten Blöcke aus der Masse des Béton, ja Wasserbehälter (Bassins) und dergleichen gießen, auch ganze Fundamentmauern daraus fertigen, so wie sich, wenn sehr feiner Sand und kleine Steine dabei gebraucht werden, ein sehr gut aussehendes Mauerwerk damit fertigen läßt. Wird der Béton zur Gründung verbraucht, so beruht seine Anwendung auf ganz ähnlichen Grundsätzen, wie wir oben bei der Sandgründung gezeigt haben. Die Hauptsache, worauf es ankommt, ist folgende: bei weichem Grunde, wo man der größeren Kosten wegen keinen Pfahlrost oder liegenden Rost anbringen kann oder will, macht man ein Bétonfundament, welches, wenn es erhärtet ist, eine Untermauerung des darüber stehenden gewöhnlichen Mauerwerkes, gleichsam aus einem einzigen großen Steine gebildet, darstellt. Der Béton ist vermöge seiner Zusammenfügung fester und schwerer als die Sandschüttung. Ebenfalls sind alle dieselben Rücksichten dabei zu nehmen, welche wir ähnlich bei den Rosten und der Sandschüttung bemerkt haben; nämlich hinlängliche Breite derselben und hinlängliche Verstärkung der Eckpunkte des Gebäudes, um namentlich diese gegen das Einsinken in den weichen Grund zu schützen.

Ferner ist einleuchtend, daß ein Gebäude desto weniger sinken wird, je mehr innere Abtheilungen es hat und je größer hierdurch schon die Grundfläche wird. Je weniger Zwischenwände dagegen ein Gebäude hat, desto breiter müssen die Fundamente der Ringmauern werden.

Um eine Kaimauer in Straßburg herzustellen, benutzte man beispielsweise für deren Gründung die in den letzten Jahren so vielfältig angewendete Bétonconstruction, und verfuhr dabei in folgender Art. Man schlug in der ganzen Länge der Kaimauer Spundpfähle (Fig. 105 a) ein, welche theils (wegen der Härte des Untergrundes) mit eisernen Schuhen versehen, theils (wo der Boden weniger fest war) blos zugespitzt waren. Diese Pfähle brachte man etwa 2^{m} tief

Fig. 105.



in den Grund, und schlug einen dicht neben den andern. Hierauf wurde mit eisernen Schaufeln der Grund auf etwa 60 zm unter den Scheitel der Pfähle, in der aus der Zeichnung bei b ersichtlichen Form herausgehoben und eine Mischung von Mörtel aus 30 Theilen Wasserkalk (hydraulischem Kalk), 25 Theilen Ziegelmehl, 45 Theilen Sand, 40 Theilen Kies in der Größe von Eiern und 40 Theilen Bruchsteinbrocken angewendet (alles körperlich gemessen, nicht nach Gewichtstheilen).

Der Béton, welcher zu diesem Bau verwendet wurde, ist auf folgende Art bereitet worden.

Der Platz, auf welchem das Einlöschen geschieht, ist ein gedielter Boden, um alle Mischungsverhältnisse genau beobachten zu können, und auf diesem Boden wird auch der Mörtel mittelst der Kalkhacke mit dem Sande vermischt und umgewendet; eben so geschieht daselbst die Vermischung mit den Steinen. Eine Mischung von etwa 9 Theilen schwarzem Kalk, 21 Theilen grobem Sande und 25 Theilen klein geschlagenen Steinen hat sich als gut bewährt.

Um diese Quantitäten genau abmessen zu können, bedient man sich hölzerner Kasten ohne Boden, die 1 m Flächeninhalt haben, und je nachdem sie zum Abmessen des Kalkes, Sandes oder der Steinbrocken dienen, 31 zm, 65 zm und 75 zm hoch sind. Diese werden auf den Boden gesetzt, zuerst der Sand eingeschüttet, geebnet und das Maaß empor gehoben, so daß man die genaue Quantität des erforderlichen Sandes hat. Dieser Sand wird dann so ausgebreitet, daß er eine Kreisfläche von 1 m Durchmesser bildet, jedoch in der Art, daß die innere Fläche, worauf der Kalk zu liegen kommt, eine ganz dünne Lage bildet. Von dem übrigen Sande wird dann im Umfange des

Kreises ein Damm gemacht. Nachdem man nun den Kalk ebenfalls abgemessen hat, bringt man die ganze Quantität auf die dünne Bettung von Sand im Innern des Dammes, bildet davon einen abgestumpften, kegelförmigen Haufen, und bedeckt die ganze Oberfläche desselben mit Sand, den man als Damm in dem Umkreise des Kreises aufgehäuft hat. Sodann werden mit einem zugespitzten Stabe von etwa 4^{zm} Dicke verschiedene Löcher in den Haufen gemacht, die mehrentheils senkrecht bis auf den Boden gehen, und in diese wird Wasser hineingegossen. Sowie sich das Wasser in denselben verzogen hat, füllt man sie wieder mit Sand an, und läßt nun die ganze Masse unter dem Sande sich löschen, oder vielmehr abdampfen. Die Quantität Wasser, welche zum Löschen der gegebenen Menge Kalk gehört, ist nicht bestimmt, da dies auch von der Menge Feuchtigkeit abhängt, die der Kalk schon aus der Luft angezogen hat; es ist indessen leicht zu erfahren, ob man genöthigt ist, noch Wasser nachzugießen, nachdem der Kalk kein Zeichen innerer Bewegung mehr von sich giebt, da man nur mit dem Stabe hineinzustoßen und zu fühlen braucht, ob sich noch harte Stücken darin befinden. Die Dauer, in der ein solcher Haufen gelöscht ist, währt 12 bis 20 Stunden, und nach Verlauf dieser Zeit wird ein Theil desselben, $^1/_3$ oder die Hälfte, auf dem Boden ausgebreitet, und 4 bis 5 Mal auf dem Dielenboden umgewendet und mit der Hacke umgearbeitet, so daß der Sand mit dem Kalk sich gehörig vermischt. Dann mißt man die 25 Theile Kiesel ab, und arbeitet diese ebenfalls 2 bis 3 Mal mit dem Mörtel um, wonach er zum Gebrauch fertig ist. Es ist gut, den so angefertigten Béton gleich zu verbrauchen, jedoch schadet es ihm nichts, wenn er 1 bis 2 Tage liegen bleibt. So blieb z. B. wegen ungünstiger Witterung eine Quantität Béton 2 Tage lang liegen, der schon eine etwas harte Kruste bekommen hatte; da er jedoch einige Meilen weit gefahren werden mußte, so hatte die Bewegung ihn wieder so durchgearbeitet, und die noch nicht gelöschten Theile so vollkommen aufgelöst, daß er sich vortrefflich verarbeiten ließ und ein ausgezeichnetes Resultat lieferte. Was die Materie selbst betrifft, so wird der schwarze Kalk einige Stunden weit von Straßburg gebrochen und gebrannt, und kommt in diesem Zustande in die Hände der Maurer, die ihn jedoch mit (trockenem) Sande bedecken, damit er keine Feuchtigkeit aus der Luft einsauge. Es versteht sich, daß er unter einem Dache liegen muß. Zum Sande nimmt man gern scharfen, groben Sand, der, wenn er Humustheile enthalten sollte, gesiebt werden muß.

Was die Steine betrifft, so nimmt man zwar abgerundete Kiesel, jedoch sind diese am wenigsten gut und Steinen mit scharfen Bruchflächen vorzuziehen. Dann hat man besonders zerschlagene Feldsteine oder auch Stücke von rothem Sandstein, der auch viele Ecken beim Zerschlagen bekommt; ebenso kann man zerschlagene Ziegel nehmen.

Einige sind der Meinung, daß die oben erwähnte Mischung zu wenig Kalk enthalte, und mischen daher $10^1/_2$ bis 12 Theile Kalk, 22 Theile Sand und 25 Theile Steine. Andere halten diejenige Mischung für die beste, wo statt 22 nur 11 Theile Sand und 11 Theile klein gestoßene Ziegel, welche jedoch nicht stark gebrannt sein dürfen, genommen werden. Die zerschlagenen Steine müssen übrigens auch durch ein Sieb geworfen werden, um sie von Staub und Pulver zu befreien.

Der Gußmörtel erhärtet, nachdem er 8 bis 10 Tage unter Wasser steht, so, daß das Bauen darauf fortgesetzt werden kann.

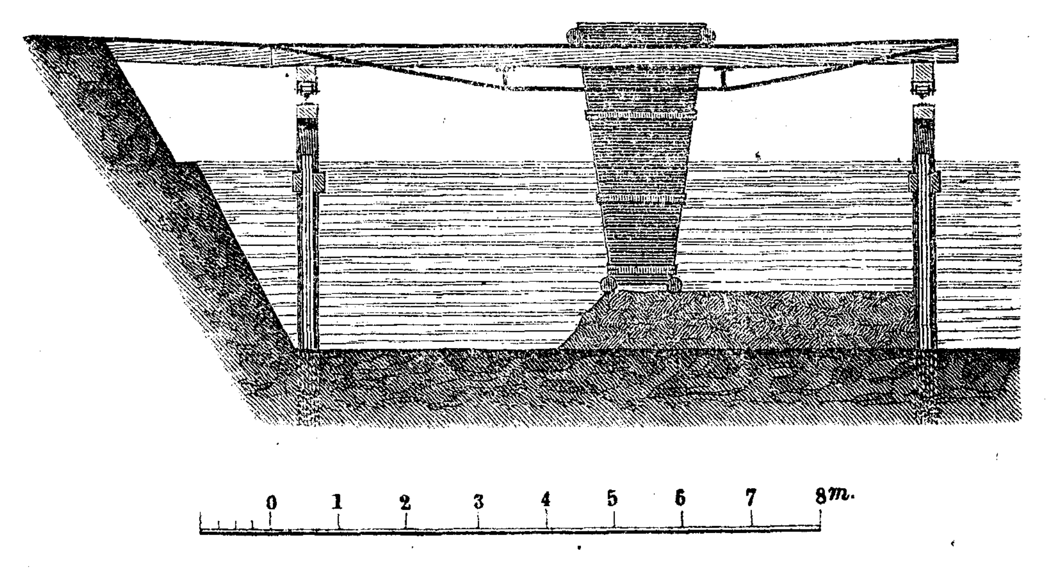
Bevor aber weiter darauf gebaut wird, ist es nöthig, die Bétonlage zu ebenen, und wenn die Ebene derselben tiefer sein sollte, als der gewöhnliche Wasserstand, so daß man nicht im Trocknen arbeiten könnte, so werden die Spundpfähle (a) weiter von der Mauer eingeschlagen, etwa bei a′, und so hoch gelassen, daß sie noch etwas über den höchsten Wasserspiegel vorragen. Es wird nun eine Abschrägung von Béton wie bei c und auf diese Weise ein Kasten gebildet, aus welchem das Wasser ausgepumpt werden kann. Es versteht sich von selbst, daß, um den Kasten zu bilden, oberhalb und unterhalb der Strecke, wo man so eben bauen will, Dämme von Béton oder wenigstens von Thon aufgefüllt werden. Aus der Zeichnung geht die übrige Construction der Kaimauern hervor. Diese wurden im Niveau der Straße mit großen Sandsteinplatten belegt.

Man hat auch künstliche Quadersteine aus Béton gefertigt und demnächst wie natürliche versetzt, jedoch mußte die Arbeit damit natürlich theurer werden, als bei Gußwerk allein.

Das Versenken des Bétons bietet besondere Schwierigkeiten, wenn die Baugrube im Wasser steht, und wird auf folgende Weise gemacht. Es kommt besonders darauf an, den Béton in derselben Mischung an seine Stelle zu bringen wie derselbe gefertigt wird, und ihn bei dem Versenken vor den Auswaschungen des Wassers zu schützen. Derselbe muß daher beim Versenken möglichst wenig mit dem Wasser in Berührung kommen. Das Wasser muß deshalb gegen Strömung möglichst geschützt werden. Zu diesem Behufe umgiebt man die Bau-

grube mit festen Holzwänden, die zugleich die Stützen für eine horizontale Bahn bilden, Fig. 106. Hierauf ruht ein Trichter von Holz, oben und unten offen, der mit kleinen Rädern hin und her geschoben werden kann. Wird der Trichter von oben her mit Béton angefüllt, so fällt derselbe unterhalb zu Boden, bedeckt unter dem Trichter die Sohle der Baugrube, und der eingefüllte Béton wird so lange nachsinken, bis die herausgeflossene Schüttung den unteren Rand des Trichters erreicht hat; alsdann wird der Trichter weiter geschoben, die Ausleerung erfolgt von Neuem, und so legt sich allmälig über die ganze Breite der Baugrube ein Streifen Béton von der ungefähren Breite des Trichters. Demnächst wird das ganze Gerüst weiter geschoben, und wird neben dem ersten Streifen ein zweiter, dritter 2c. geschüttet, bis die Sohle der ganzen Baugrube mit Béton überdeckt ist.

Fig. 106.



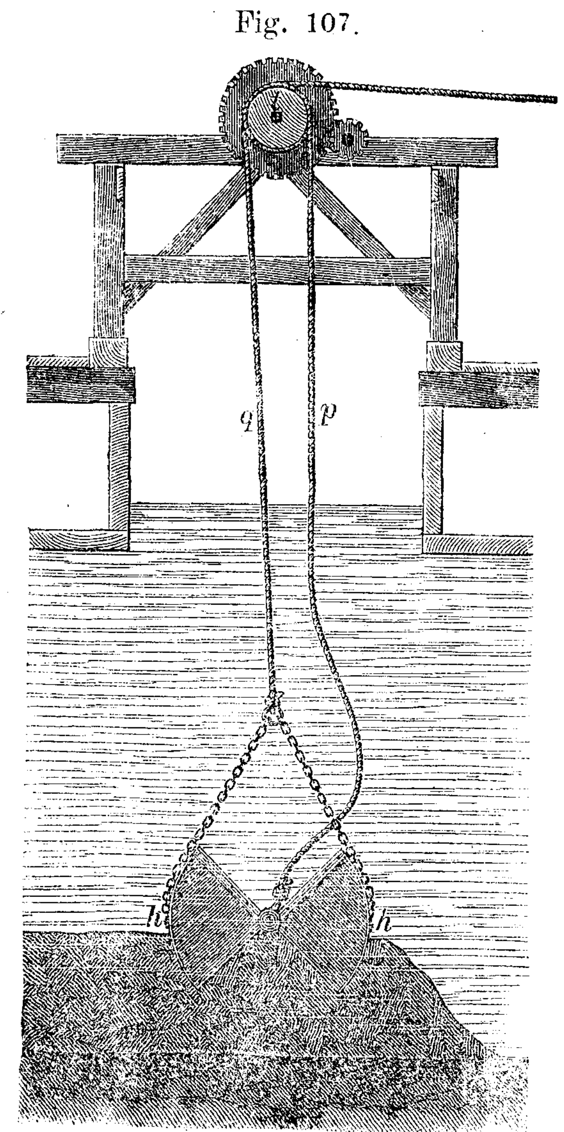
Man macht eine Schicht der Bétonlage nicht über 60—80zm Dicke, und muß die Länge des Trichters danach bemessen. Wo mehrere Bétonschichten über einander kommen, muß man darauf achten, daß dieselben möglichst in Verband kommen.

Bei Senkung des Bétons mittelst Trichtern sind zwei Hauptschwierigkeiten zu überwinden: 1) die schon erwähnte Nothwendigkeit der Bewegung des Trichters nach jedem Punkte der Baustelle; 2) die nothwendige, sich immer wiederholende Verkürzung des Trichters für die zweite, dritte u. s. w. Schicht der Bétonlage.

Die Versenkung des Bétons kann ferner bequemer durch Kasten geschehen, die aus Holz oder Eisen bestehen.

Ein solcher Kasten besteht aus einer eisernen Muschel, welche sich durch zwei, an der Oberkante durchgesteckte Bolzen öffnen läßt. Jeder dieser Bolzen hat eine starke Oese, durch welche die Muschel an den Stricken pq Fig. 107 und 108 aufgehängt ist. Die Stricke führen über eine Trommel t, welche von einem Holzgerüste getragen und durch 2 Kurbeln bewegt wird. Sobald nun die Muschel mit Béton gefüllt ist, wird sie an 2 Stricken pp herabgelassen und nachdem sie den Boden berührt hat, werden diese Stricke locker gelassen. Dahingegen wird ein Strick q, der, wie aus der Figur zu sehen, an einem eisernen Ringe, die zwei Ketten vereint, fest angezogen. Diese Ketten sitzen an den oben schon besprochenen Oesen hh; sobald nun die Ketten scharf angezogen werden, öffnet sich die Muschel und der Béton fällt heraus. Das Gerüst, auf dem die Trommel t angebracht ist, muß natürlich verschiebbar sein, um dasselbe über alle Stellen der Baugrube bringen zu können. Anstatt der beschriebenen eisernen Trommel, bedient man sich ebenfalls mit großem Vortheile eines hölzernen Kastens, von parallelopipedischer Form im Allgemeinen, welcher oben offen ist, so daß er mit Bequemlichkeit angefüllt werden kann, dessen Boden aber mittelst zweier, im stumpfen Winkel zusammenstoßenden Klappen geschlossen wird. Ein eiserner Haken hält diese Thüren zusammen, bis der Kasten heruntergesenkt, und wird demnächst mittelst einer Leine gelöst, so daß sich der Kasten seines Inhalts entleert. Diese höchst einfache Einrichtung ist überaus praktisch. Für kleinere Bauten genügt zum Versenken des Béton ein hölzerner Trichter, wie Fig. 109 zeigt; derselbe ist aus Brettern zusammengesetzt und durch eiserne Reifen zusammengehalten.

Fig. 107.



Ist die Baugrube wasserfrei, so wird der Béton zwar ebenfalls durch Kasten oder Trichter an die richtige Stelle gebracht, es ist aber dann leichter, ihm die richtige Gestalt zu geben, wodurch viel an Material gespart wird.

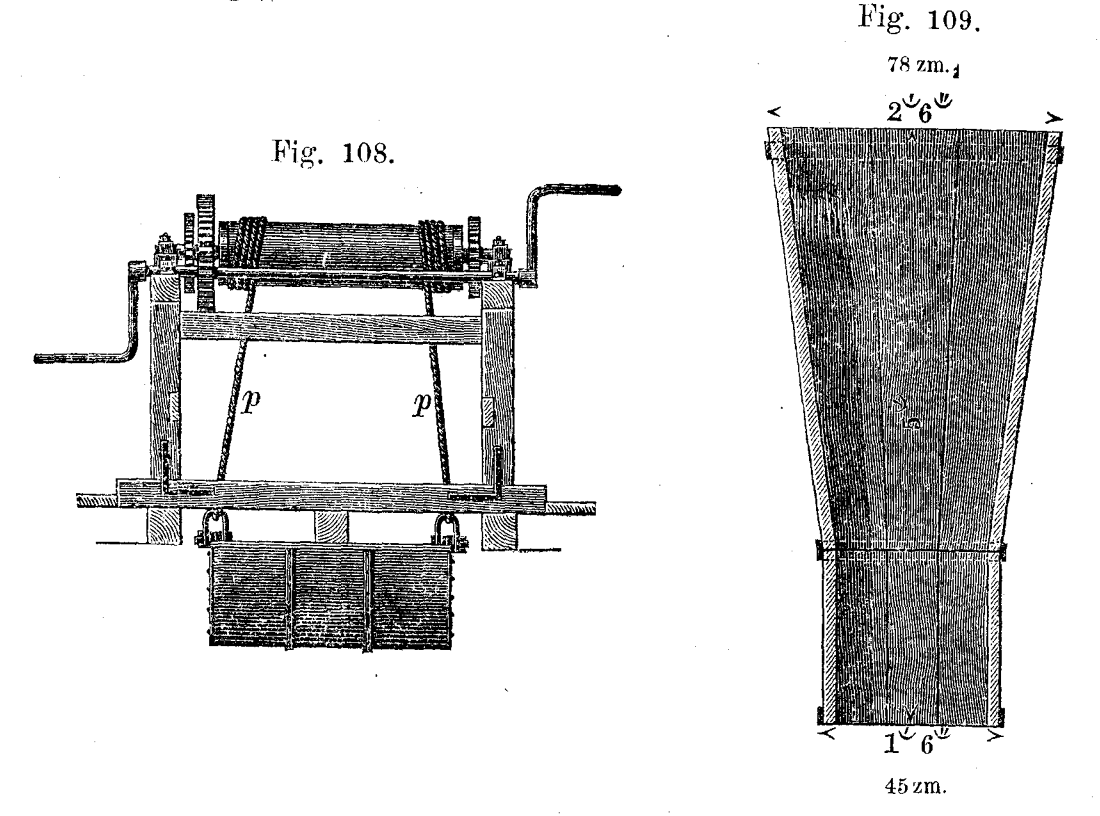


Fig. 108.

Fig. 109.

Wo man Cement billig haben kann, verwendet man denselben auch zu Béton und setzt ihm so viel Sand und Steinbrocken zu, daß der Cementmörtel nicht bald erhärtet, aber doch unter Wasser in mehreren Tagen fest wird.

Wasserbehälter (Bassins) werden in gleicher Art aus Béton gefertigt. Ein Wasserbehälter im naturhistorischen Museum zu Paris, welcher aus zwei übereinander gesetzten Becken besteht, von denen das obere etwa 36, das untere 17 Kb^m^ Wasser enthält, ist ganz aus Béton construirt, und bildet so zwei große Gefäße aus einem einzigen Block von sehr großer Festigkeit (die Wiener Bauzeitung Jahrg. 1837, S. 288, giebt eine Zeichnung davon). Es wurde zu diesem Wasserbehälter der künstliche Kalk des Herrn Marief angewendet, und zwar 12 Theile davon zu 100 Theilen Sand und Kiesel. Der Mörtel wurde in Formen geworfen, welche durch gut gestampfte Gruben, von 20^{zm} Dicke zu diesem Zwecke zubereitet waren. Nach 6 Stunden war die Festigkeit des Mörtels so groß, daß man mit Schubkarren darauf fahren konnte. Nachdem man einen Winter vorübergehen

ließ, hat man die Oberfläche mit einem Ueberzuge von geglättetem Mörtel bedeckt, und zweimal mit Stearinsäure eingelassen (eine wachsähnliche Substanz aus Unschlitt, woraus man auch Lichte macht). Die Masse hat alle Sprünge verhindert, welche sich ohne diese Vorsicht gezeigt haben würden.

Von den Bétonfußböden, Terazzi, wird weiter unten die Rede sein.

§. 26. Gründung mit Steinschüttungen.

Bei Wasserbauten, namentlich bei Brücken-, Deich-, Wehr- und Hafenbauten, Leuchtthürmen ꝛc., kommt es vor, daß man unter dem Wasser ein Fundament von möglichst großen, schweren Steinen schüttet, welche das Wasser nicht leicht bewegen kann, und auf diese Steinschüttungen alsdann die beabsichtigten Bauwerke setzt. Haben diese Steinschüttungen den Zweck, Meereswellen zu brechen, so erfüllen sie diesen Zweck um so besser, je unregelmäßiger die großen Steine liegen; im andern Falle leuchtet ein, daß diese Steinschüttungen vermöge ihrer Unregelmäßigkeit nicht so gut sein können, als z. B. Bétonmauern, allein ihre verhältnißmäßig viel größere Wohlfeilheit verursachte von den ältesten Zeiten her ihre Anwendung.

Man macht solche Steinschüttungen auch vor Mauern im Wasser, vor und hinter Brückenpfeilern ꝛc., um die Gewalt des Wassers zu brechen und um das Unterspülen des Mauerwerks zu verhindern.

Auch in Verbindung mit sogenannten Senkstücken kommen sie vor. Unter Senkstück versteht man aus Faschinen gebildete Packwerke, welche mit Steinen beschwert, in die Tiefe des Wassers gesenkt werden, um darauf Wasserwerke, Buhnen, Deiche, Dämme ꝛc. zu gründen. Es ist hierbei Bedingung, wie bei den Holzrosten, daß die Senkstücke immer vom Wasser bedeckt liegen müssen, weil sie bei abwechselnder Trockenheit und Nässe bald verfaulen müßten.

Ein Mehreres über Steinschüttungen und Senkstücke findet man in jedem größeren Werke über Wasserbau.

§. 27. Gründung auf Brunnen oder Senkkasten.

In Städten, wo man bei Privatbauten keinen Pfahlrost rammen darf, weil dadurch die Nachbarhäuser leiden würden, oder wenn man sowohl Pfahlrost als liegenden Rost zu kostspielig findet, gründet man auf eingesenkten Brunnen. Findet sich der feste Baugrund erst in einer beträchtlichen Tiefe, und trifft man schon früher auf Grund-

wasser, welches auszuschöpfen zu kostspielig sein würde, so ist die Gründung auf Brunnen ebenfalls zu empfehlen, wenn der feste Baugrund nicht über 10^m tief liegt. Die folgenden Figuren zeigen eine solche Anlage von dem Giebelende eines freistehenden Gebäudes. Fig. 110 **aa** ist ein Kranz, welcher aus doppelten, 3^{zm} starken Brettern mit eisernen Nägeln in der Art zusammengenagelt wird, daß die Köpfe derselben, wie aus der Zeichnung ersichtlich, abwechseln; der Boden f ist einstweilen fortzudenken.

Wenn das weiche Erdreich $2—2^1/_4{}^m$ an der bestimmten Stelle des Brunnens ausgegraben worden ist, so wird gedachter Kranz wagerecht gelegt, und mit den Mauern des Brunnens von gewöhnlichen (besser aber von keilförmig gestrichenen) Steinen in hydraulischem Mörtel der Anfang gemacht. Fig. 111 bei **bbb**. Ist der Brunnen $2—2^1/_4{}^m$ aufgeführt, so wird das Mauerwerk nach Fig. 112 mit dünnen Brettern c und einem Taue d geschient (wie solches auch im Grundrisse in Fig. 113 zu bemerken ist), um bei dem Senken,

Fig. 110.

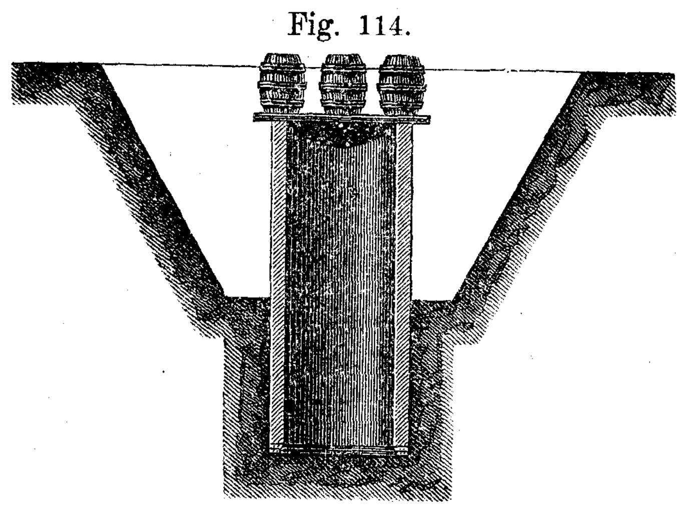
Fig. 111.

Fig. 112.

Fig. 113.

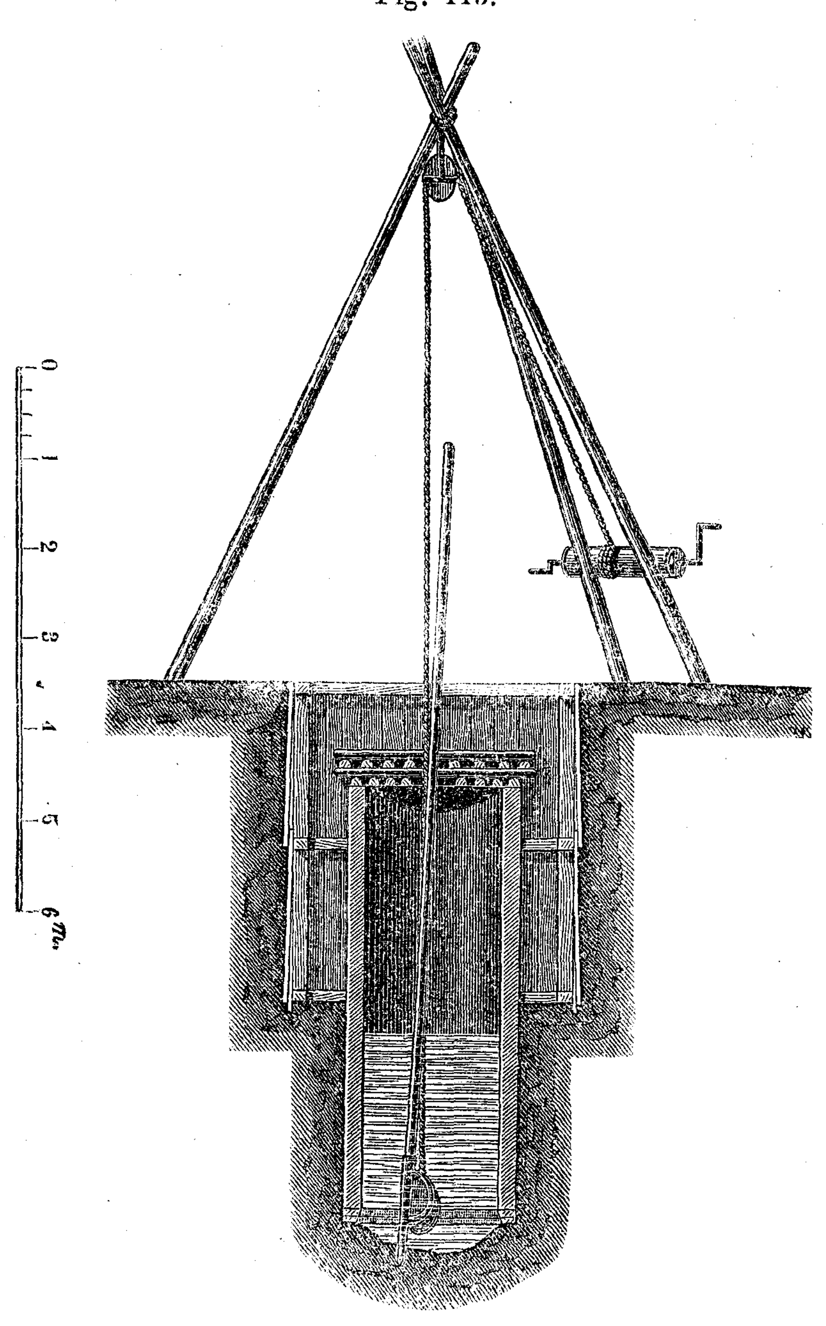
wenn solches, wie es öfter der Fall ist, nicht in ganz senkrechter Richtung von statten geht, das Verschieben und Auseinanderdrängen der Steine zu vermeiden. Nunmehr wird das Wasser, welches sich im

Fig. 114.



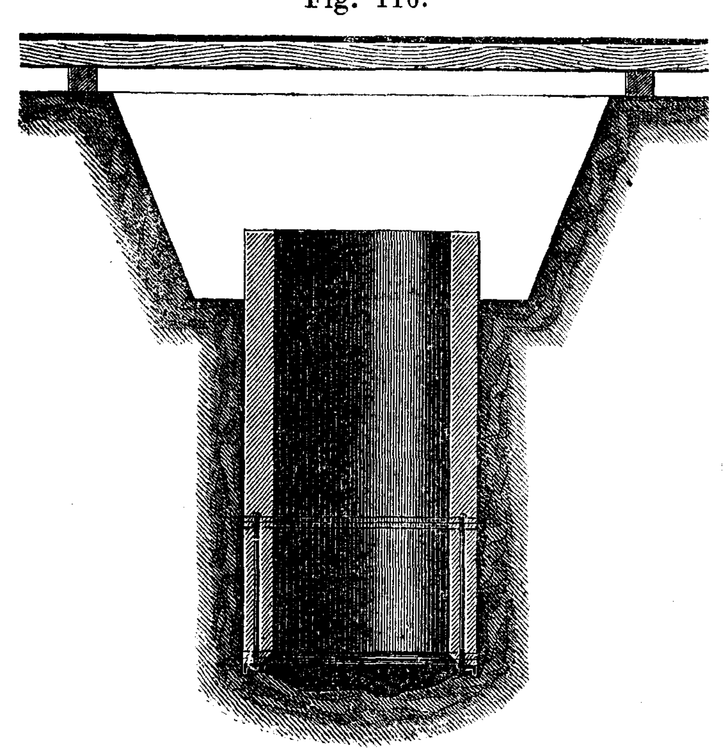
Brunnen gesammelt hat, ausgeschöpft und mit dem Senken der Anfang gemacht. Das Senken geschieht in folgender Weise. Es wird nach Fig. 114 das Terrain bis auf eine gewisse Tiefe, unter Umständen bis auf das Niveau des Grundwassers ausge-

Fig. 115.



graben und zwar mit Dossirungen. Oder wenn man die Wände senkrecht aushebt, so umgiebt man sie mit einer Holzverkleidung, um den Nachsturz zu verhüten, wie Fig. 115 zeigt. Die Aufmauerung des Brunnens geschieht nun, wie beschrieben, auf der ausgegrabenen Sohle, ist man mit der Aufmauerung 2—3^{m} hoch gekommen, so wird der Brunnen allmählig beschwert. Das Beschweren geschieht durch mit Erde gefüllte Tonnen, durch Eisenbarren, Eisenbahnschienen u. s. w. Auf diese Art fährt man mit dem Senken, wozu man bei Wasserdrang den Sackbohrer benutzt, wie Fig. 115 zeigt, so lange fort, bis der Kranz den festen Boden erreicht hat. Hierbei ist aber zu bemerken, daß, wenn der geschiente obere Theil so weit hinunter gekommen ist, daß er vom Erdreich umschlossen wird, die Schienen abgenommen, und wieder um den höher gemauerten Theil des Brunnens angelegt werden. In sehr schwierigen Fällen oder bei weiten Brunnenkesseln wird in etwa 1^{m} Höhe über dem unteren Brunnenkranz ein zweiter hölzerner Brunnenkranz angeordnet, und werden beide durch starke Schraubenbolzen mit einander verbunden, wie Fig. 116 zeigt. Wenn der Brunnen den festen Boden erreicht hat, so wird ein auf 2 Latten genagelter runder Boden von $3^{1}/_{2}$^{zm}

Fig. 116.



starken Brettern, Fig. 110 f und Fig. 113 f in denselben hinunter gelassen und mit einigen großen Steinen beschwert, damit ihn das

Wasser nicht wieder in die Höhe heben kann, und dann werden einige Karren feiner Kalk und Mauerschutt darauf geworfen. Dieser feine Schutt wird sich durch die Oeffnungen des Bodens drängen, und wie in Fig. 117 bei gg zu sehen, alle vorhandenen Zwischenräume anfüllen, nachdem wiederum einige Karren Mörtel und einige Karren Steine hineingeworfen worden. Die Steine müssen aber nicht zu groß sein, weil sonst Zwischenräume entstehen, und das Ganze nicht die gehörige Festigkeit erhalten würde; andernfalls, wenn man größere Steine versenkt, müssen dieselben lagerhaft sein und ihre Zwischenräume mit kleineren Steinen ausgefüllt und mit Rüststangen festge-

Fig. 117.

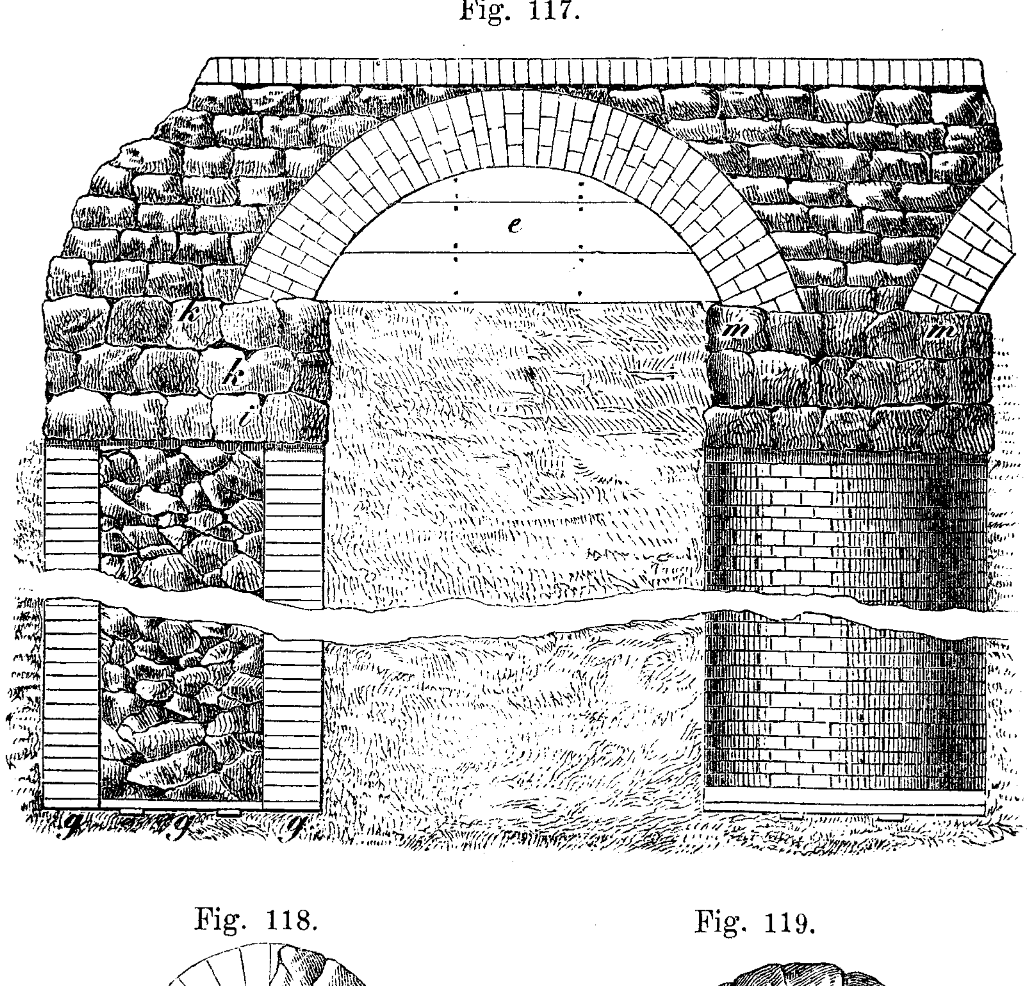


Fig. 118.

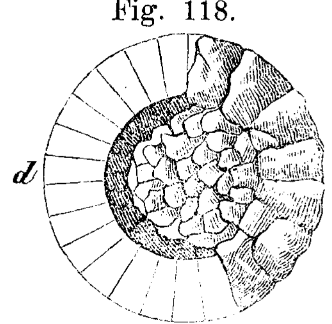
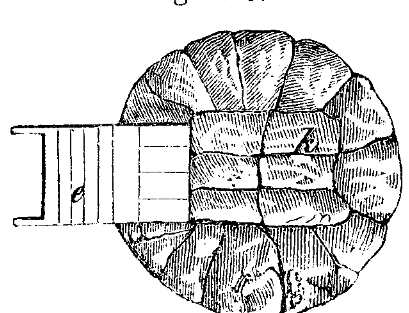
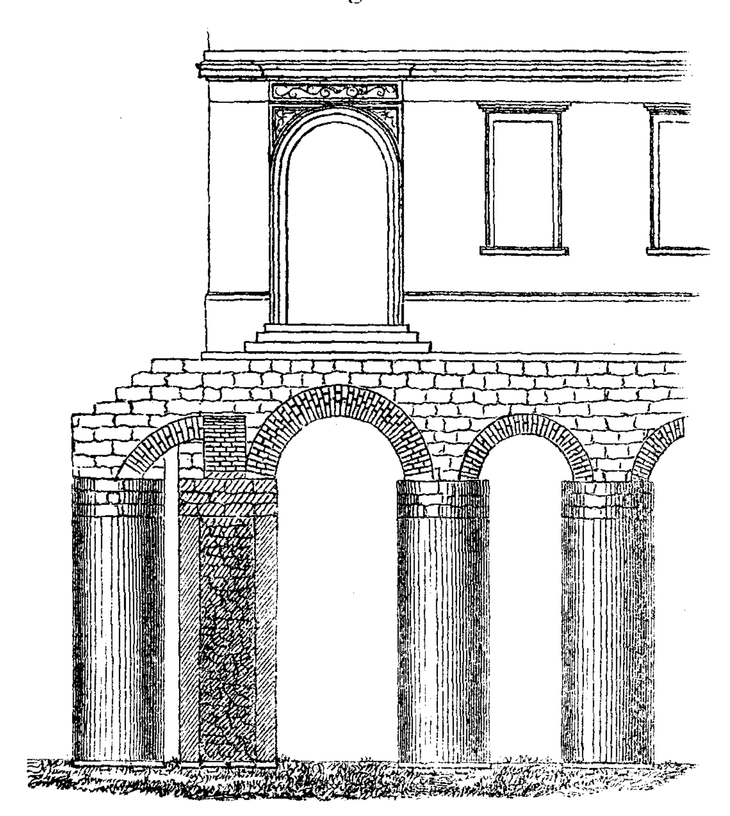


Fig. 119.



stampft werden. Sobald auf diese Art der Brunnen ausgefüllt ist und man über dem Grundwasser bequem arbeiten kann, wird der Brunnen ordentlich ausgemauert (so daß die letzte Lage wie bei Fig. 117 i einige Zentimeter über der Brunneneinfassung erhoben bleibt, um für das Zusammensetzen der Ausfüllung einigen Spielraum zu lassen); dann wird der Brunnenpfeiler ungefähr $^1/_2{}^m$ hoch, nach dem Profil Fig. 117 i und dem Grundrisse Fig. 118 mit großen Steinen übermauert. Auf dieser Lage wird (Fig. 119 k) das Mauerwerk eingezogen, und die Pfeiler werden als Fundamente zu den Bögen $^1/_2$—$^2/_3{}^m$ hoch aufgeführt und abgeglichen. Nunmehr werden die Lehrbogen e (Fig. 117 und 119) auf die Ecken der Pfeiler (Fig. 117) bei m aufgestellt, und, wie es sich von selbst versteht, wieder weggenommen, nachdem man die Bogen n n zugewölbt hat, auf welchen später das Fundament zu dem zu erbauenden Gebäude aufgeführt wird. Die Stärke der Bogen richtet sich nach der zu tragenden Last, sowie hiernach auch die Weite der Brunnenpfeiler im Lichten. Die Entfernung der letzteren wird wieder nach dem Zweck des zu errichtenden Gebäudes bestimmt; doch werden sie gemeiniglich unter die Pfeiler oder Schäfte des Gebäudes, wie der Grundriß Fig. 120 zeigt, angeordnet; auch ist es gut, bei freistehenden Gebäuden außerhalb

Fig. 120.

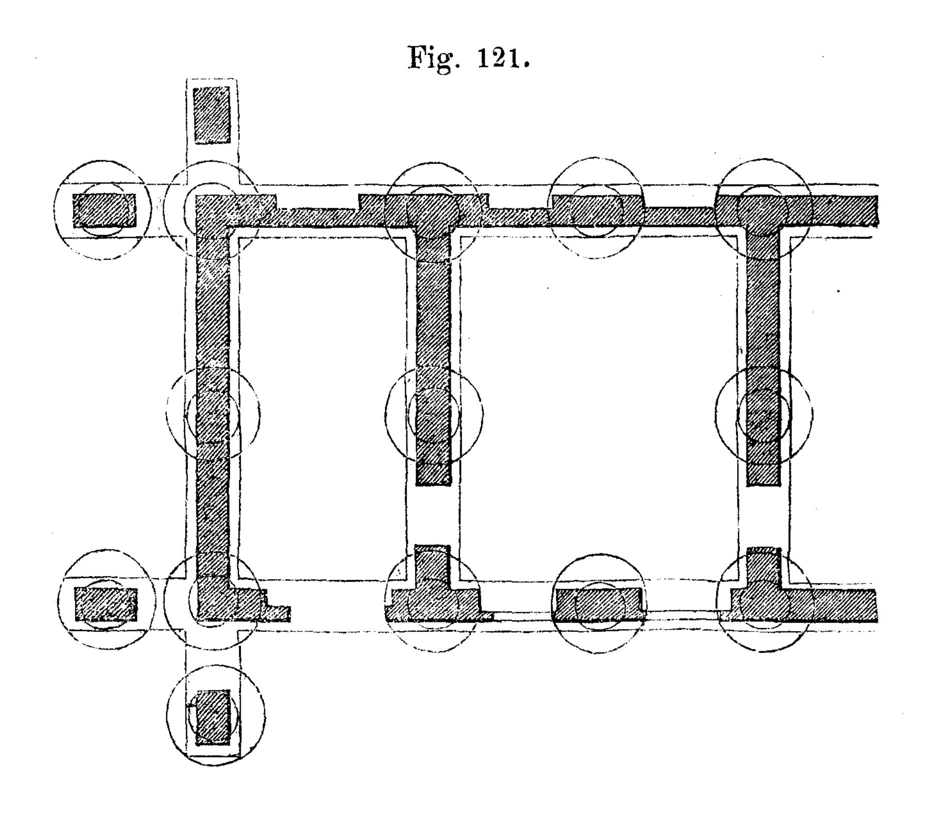


der Ecken, Brunnen, wie eben dieser Grundriß zeigt, und nach Fig. 120 Strebebogen darauf anzubringen.

Zuweilen dringt das Grundwasser so stark zu, daß die Ausschöpfung unmöglich wird. Die Ausmauerung kann aber dessenungeachtet stattfinden, indem man den eingeschütteten Mörtel und die kleineren Steine mit langen Stangen (Rüststangen) fleißig umrührt, und mit eben diesen Stangen die Steine nachher zusammenstampft, um abwechselnd für die größeren Steine gerade Lager zu verschaffen, deren Zwischenräume wieder durch das Umrühren der kleinen Steine und durch den Mörtel gehörig ausgefüllt werden.

Statt der runden Brunnen wendet man auch viereckige Senkkasten an, namentlich an den nachbarlichen Giebeln, wenn ein Ge-

Fig. 121.



bäude zwischen zwei anderen in dieser Weise zu gründen ist. Diese Kasten bestehen aus vier Eckstielen, die durch Eisen verbunden und von außen mit Bohlen vernagelt werden. Man belastet die Kasten oben, nachdem man einige Bohlen darauf gelegt hat, und hebt mit einem Sackbohrer (wie ihn die Brunnenmacher brauchen, siehe Fig. 115) den Boden aus, welcher von den Rändern nach der Mitte gedrückt wird. Das senkrechte Hinuntergehen der Kasten bewirkt man durch ein Beschweren derselben mittelst Eisenbarren 2c. Diese Senkkasten macht man je nach der Größe der Belastung bis $1\frac{1}{2}^{m}$ im Quadrat

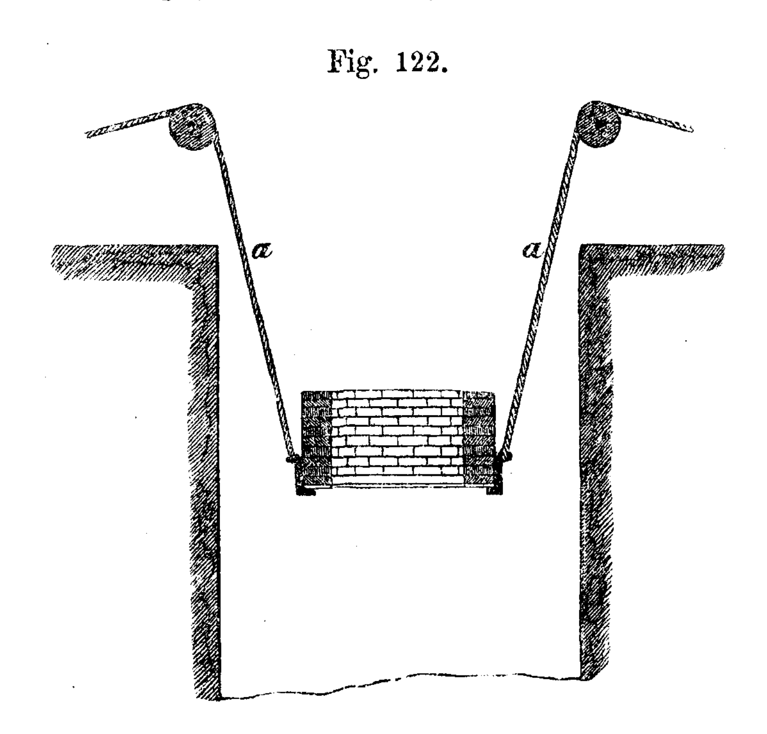
groß und wendet sie bis zu einer Tiefe von 10—12^{m} an, wobei es bequemer ist, sie aus zwei Stücken von 5—6^{m} Länge zu fertigen. Jeder Senkkasten muß nach oben um ca. 10^{zm} nach jeder Horizontaldimension verjüngt werden, um die Reibung beim Senken zu verringern. Nach dem Versenken werden die Kasten entweder ausgemauert (wie bei den Brunnen beschrieben worden), oder bei sehr starkem Wasserandrange mit Béton gefüllt, der nach seiner Erhärtung als massives Mauerwerk betrachtet wird, und als Widerlager der Bogen oder Mauern dient.

Da die Senkkasten billiger herzustellen sind, als Brunnen, so wendet man auch beide Constructionen häufig gemeinschaftlich an, wobei man an den wichtigsten, am meisten belasteten Punkten des Grundrisses Brunnen, im Uebrigen nur Kasten von $^{2}/_{3}$—1^{m} Seite des Grundrißquadrats anordnet.

Diese Gründungsarten erfordern mancherlei Ueberlegung und Vorsicht, und müssen unter den Augen eines thätigen, über die solide Ausführung wachenden Mannes geschehen.

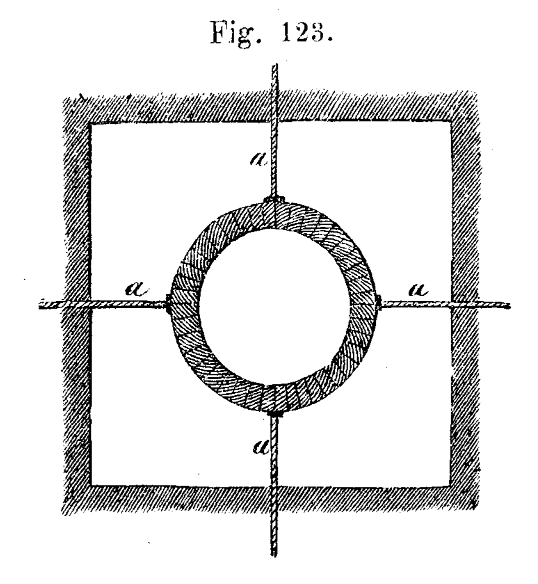
Wenn man die Brunnen in einem mit Wasser angefüllten Schachte versenken will, so wird das Mauerwerk über dem Wasserspiegel auf einen Rost gelegt (Fig. 122 und 123), und nach und nach, so wie

Fig. 122.



das Mauerwerk wächst, in die Tiefe versenkt, wobei es selbst immer in senkrechtem Stande erhalten werden muß. Die Kraft, womit das Mauerwerk gehalten werden muß, ist gleich seinem Gewichte, weniger

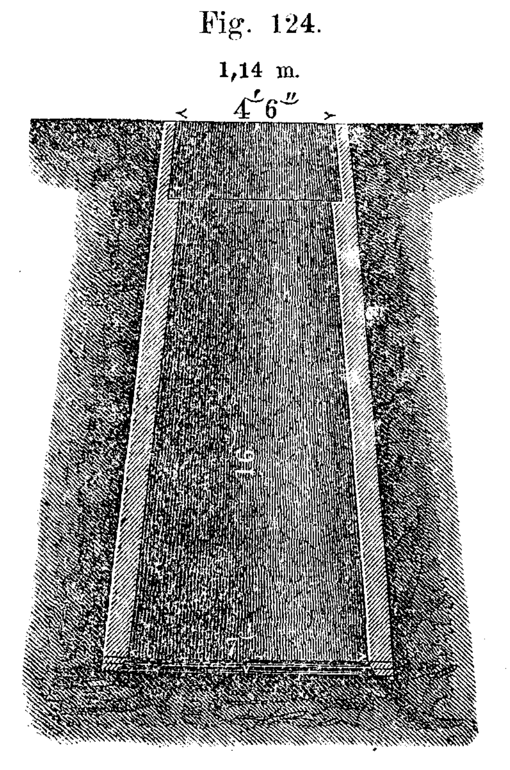
Fig. 123.



dem Gewichte desjenigen Wassers, dessen Stelle der eingesenkte Mauerkörper einnimmt. Eine Vorrichtung zur Versenkung zeigen die beiden Figuren. Der Rost ist an vier Seilen **aaaa**, die hinlänglich stark sein müssen, befestigt. Oben werden Winden oder andere Vorrichtungen angebracht. Die Seile müssen gleichmäßig angespannt und nachgelassen werden, sowie die Mauerung außer Wasser höher aufgeführt wird.

Auch gewöhnliche Sammel-Brunnen für Trinkwasser hat man in neuerer Zeit so ausgeführt, daß sie sich im Aeußern und also auch im Innern nach oben stark verjüngen, und zwar beträgt die Verjüngung auf 1^m Höhe etwa 16^{zm}. Fig. 124 zeigt einen solchen Fall. Ein Brunnen, der bei 8^m Tiefe $2{,}5^m$ unteren lichten Durchmesser hat, erhält oben nur $1{,}14^m$ Durchmesser. Bei dieser Verjüngung geht das Senken der Brunnen sehr leicht vor sich.

Fig. 124.



Diese konische Form der Brunnenkessel (abgestumpfte Kegel) empfiehlt sich jedenfalls auch für die Senkbrunnen zu Mauergründungen, da diese alsdann eine größere Grundfläche erhalten. Ob man dabei den ganzen Brunnen oder etwa blos das untere Drittel im Aeußern schräg aufführen will, wird von örtlichen Umständen (dem Boden und der zu tragenden Last, der Tiefe der Brunnen) abhängen und für jeden einzelnen Fall zu beurtheilen sein. Den lichten Durchmesser der Brunnenkessel wird man nicht kleiner als 1^m und für einzelne schwer belastete Theile, für Thürmchen oder dergleichen etwa so groß nehmen wie diese sind, und die Mauern des Kessels entweder aus Brunnenkesselsteinen oder, wo

man keine hat, ein Stein stark, im Wasser mit hydraulischem Mörtel, darüber mit gewöhnlichem Mörtel aufführen und dann, wie früher beschrieben, ausfüllen.

Ist der feste Grund nicht über 3—4^m tief zu suchen, auch der Andrang des Wassers nicht bedeutend, so pflegt man statt der Brunnen nur viereckige Pfeiler von gewöhnlichem Ziegelmauerwerk aufzuführen, darüber Bogen zu spannen, wie vorhin, die Bogen oben wagerecht abzugleichen und darauf das Gebäude zu setzen.

Ist der Grund zwar tief, aber die Gründungsschicht fest und wenig Wasser zu überwältigen, so kann man mit großem Nutzen eine solche Pfeilerstellung anwenden, welche oben mit Bogen überwölbt und unten mit umgekehrten Bogen ausgewölbt sind, so daß also in diesem Falle der Untergrund nicht durch die einzeln stehenden Flächen der Pfeiler oder Brunnen gedrückt wird, sondern durch eine fortlaufende Mauerfläche, welches unstreitig besser und sicherer ist.

Allgemeine Betrachtungen über die Gründungen.

1) Ist der Baugrund Felsboden, so ist er, wenn er horizontal geschichtet ist, bis 5^m Mächtigkeit hat und wenn keine Höhlungen vorhanden sind, der sicherste, festeste und unveränderlichste, auch findet dabei ein Einsinken des Gebäudes auf keinerlei Weise statt.

2) Ist der Baugrund eine feste Erdschicht, Steingeröll, grober Kies, trockener Lehm oder Thon, trockener, feiner aber mächtiger Sand, so ist das Einsinken des Bauwerkes höchst unbedeutend, auch braucht man mit den Fundamenten nur 1^m, höchstens 1¼^m tief in die Erde zu gehen, um den äußeren Einwirkungen der Witterung zu begegnen.

3) Bei weichem Boden von großer Mächtigkeit, bei welchem der gute Baugrund entweder gar nicht, oder nur mit unverhältnißmäßigen Kosten erreicht werden kann, pflegt man liegende Roste anzuwenden. Noch geeigneter bei solchem Boden haben sich künstliche Sandschüttungen, auch große Bétonplatten unter den ganzen Häusern erwiesen.

4) Liegt der gute Baugrund tief aber erreichbar unter einer weichen Bodenart, so bleibt die Wahl frei zwischen Fundirung mittelst gesenkter Brunnen oder Kasten, mittelst doppelter Spundwände, welche mit Béton, oder nach Beseitigung des Wassers mit Mauerwerk ausgefüllt werden, oder mittelst eines Pfahlrostes. Letztere

wurden früher, wo man noch Holz im Ueberfluß zu haben glaubte, gewöhnlich angewandt. Venedig, Amsterdam, Washington stehen ganz auf Pfahlrosten, der Gründung unzähliger anderer Stadttheile und einzelner Gebäude in allen Theilen der Erde nicht zu gedenken. Es müssen also ganze Wälder von ungeheurem Umfange dazu verbraucht worden sein.

Dritte Abtheilung.

Die verschiedenen Arten des Mauerwerks, deren Zusammenfügung, gute und mangelhafte Eigenschaften.

---

§. 28. Allgemeines.

Ein Mauerwerk ist eine Masse, die aus einzelnen Stücken verbandmäßig ausgeführt wird. Ein parallelepipedischer Körper aus Mauerwerk zum Abschlusse irgend eines Raumes heißt eine Mauer zum Unterschiede mit der Wand, zu deren Herstellung auch Holzmaterial verwendet wird. Man unterscheidet Umfassungs- und innere Mauern, und unter letzteren Mittel- und Scheidemauern u. s. w.

Wir können viererlei Hauptarten Mauerwerk unterscheiden.

1) Solches in dem die Mauer aus großen unregelmäßigen oder regelmäßigen Steinblöcken besteht, und wobei kein Mörtel zur Verbindung angewendet ist.

2) Solches in dem die Mauern aus irgend einem weichen Material zusammengestampft oder geschlagen werden.

3) Solches in dem die Mauern aus Gußwerk bestehen und in Formen gegossen werden.

4) Solches in dem einzelne regelmäßig oder unregelmäßig geformte Steine, gebrannt oder ungebrannt, durch verschiedenartigen Mörtel zu einem festen Körper verbunden werden.

Bei denjenigen Mauern, welche aus einzeln zusammengefügten Steinen bestehen, sie mögen mit Mörtel verbunden sein oder nicht, ist der sogenannte Verband die Hauptbedingung der Festigkeit. Man versteht unter Steinverband eine solche Uebereinanderschichtung der einzelnen Steine, daß die lothrechten Fugen einer Schicht nie auf die der nächst unteren Schicht treffen, sondern womöglich auf die Mitte der untern Steine.

Daß ein solcher Verband zur Festigkeit nöthig ist, leuchtet ohne weiteres ein, denn schichtete man die Steine so, daß die Fugen senkrecht übereinander treffen, so würde man lauter kleine Pfeiler be-

kommen, die leichter umzustoßen sind als eine mehr zusammenhängende Masse; wovon man sich durch einen Versuch mit keinen Ziegeln oder hölzernen Bausteinen überzeugen kann.

Ob die Steine dabei mit Mörtel verbunden sind oder nicht, gilt für die Wahrheit dieses Satzes gleich; denn wenn der Mörtel noch naß ist, wird ebenfalls eine geringe Kraft im Stande sein, eine Mauer ohne Verband umzustoßen, und wenn der Mörtel auch schon gebunden hätte, so wird bei einer Mauer ohne Verband eben nur die Bindekraft des Mörtels Widerstand leisten, nicht aber der Verband der Steine selbst.

Von den verschiedenen Arten des Mauerverbandes werden wir weiter unten ausführlicher sprechen.

Die Standfähigkeit (Stabilität) einer Mauer ist ebenfalls eine Hauptbedingung ihrer Festigkeit und Dauer.

Nach Erfahrungssätzen rechnet man für die Dicke einer gewöhnlichen Mauer $^1/_{10}$—$^1/_{12}$ ihrer Höhe.

Hiernach müßte also eine Mauer von 4^{m} Höhe mindestens 40^{zm} stark sein.

Die Standfähigkeit einer Mauer hängt aber nicht allein von ihrer verhältnißmäßigen Dicke zur Höhe ab, sondern auch von ihrer Länge (in gerader Linie gerechnet). Man kann annehmen, daß jede Mauer von 3^{m} Höhe bei einer Länge von 6^{m} und bei einer Stärke von 30^{zm} die größte Länge erreicht haben würde, um noch ohne weiteren Haltpunkt festzustehen. Würde sie länger als 6^{m}, so müßte sie entweder einen Verstärkungspfeiler erhalten, oder eine Quermauer müßte auf diesem Punkte ihrer Standfähigkeit zu Hülfe kommen.

Ebenso müßte eine Mauer von 6^{m} Höhe und 60^{zm} Stärke, mindestens in einer Entfernung von 12^{m} wieder einen Haltepunkt bekommen, woraus sich die leicht zu behaltende Regel ergiebt: daß jede Mauer, deren Dicke nach der Höhe berechnet ist, ohne weitere Haltpunkte (als Strebepfeiler, einspringende Mauern) nur zweimal so lang werden kann, als sie hoch ist.

Bei Gebäuden, in welchen Quermauern vorhanden sind, dienen diese hinlänglich als Haltpunkte. Auch die Giebelmauern dienen als solche. Sind beide nicht vorhanden, so müssen bei lang fortlaufenden Mauern in den angegebenen Entfernungen Strebepfeiler oder theilweise Verstärkungen angeordnet werden. Da eine Mauer mit dergleichen Verstärkung ungefähr dieselbe Standfähigkeit hat, als wenn sie durchweg so stark angelegt wäre, als die Strebepfeiler für sich

sind, so pflegt man zur Ersparung des Mauerwerks auch eine Anordnung zu treffen, welche man Blendbögen nennt. Man denke sich eine Pfeilerreihe, welche auf einem durchlaufenden Sockel ruht; oberhalb denke man sich die Pfeiler durch Mauerbogen geschlossen, und die Zwischenräume, welche die Pfeiler bilden, durch schwächere Mauerstücken ausgefüllt als die Pfeiler selbst dick sind (etwa halb so stark), so entsteht eine Mauer in Schild und Bogen. Sie wird fast diejenige Standfähigkeit haben, welche eine Mauer von der ganzen Stärke der Pfeiler gehabt haben würde, und man hätte hierbei noch alles das Material gespart, welches man zur Ausfüllung der sogenannten Schilder hätte verwenden müssen.

Bildet eine Mauer eine Ecke, so wird ihre Standfähigkeit auf diesem Punkte um so größer sein, je mehr sich der Winkel, welchen die Ecke bildet, einem rechten Winkel nähert.

Mauern, welche ein Viereck bilden, sind wechselseitig als solche Mauern zu betrachten, welche an den Endigungen hinlänglichen Halt haben. Bei einem länglichen Viereck würden bei gleicher Höhe die Mauern eine verschiedene Stärke dann erhalten, wenn die lange Seite länger als die doppelte Höhe wäre.

Z. B. es sei ein Viereck von 3^m hohen Mauern eingeschlossen. Die kurze Seite sei 6^m, die lange 18^m, so würden die kurzen Seiten 30^{zm} stark ohne weitere Haltepunkte anzulegen sein, die Seiten von 18^m Länge müßten aber mindestens 2 Haltepunkte (Pfeiler oder Strebepfeiler rc.) erhalten.

Mauern bis zu $2^1/_2{}^m$ Höhe und niedriger bedürfen auch bei der größten Länge keiner Verstärkungen, wenn sie verhältnißmäßig stark sind, da sie vermöge ihrer geringen Höhe keine Neigung zum Umkippen haben.

Rondelet sagt über die Bestimmung der Mauerstärken folgendes: Die Standfähigkeit einer unbestimmt langen, geradlinigen, ganz frei stehenden Mauer ist

1) groß, wenn die Höhe derselben das achtfache der Mauerdicke beträgt,

2) mittelmäßig, wenn die Höhe die zehnfache Mauerdicke ist,

3) gering, wenn die Höhe die zwölffache Mauerdicke ist.

Wenn aber eine Mauer (Fig. 125) an einem Ende einen rechten Winkel bildet, so ist sie dadurch verstärkt, wenigstens auf eine gewisse Länge ab, weil diese bei dem Ausweichen von dem Flügel ac gehalten wird, und sich erst davon losreißen müßte. Noch mehr ist aber

die Mauer verstärkt, wenn nach Fig. 126 an jedem Ende ein Flügel anstößt. Inzwischen kann dabei die Entfernung aa′ so groß werden, daß der Zwischentheil von bb′ nur noch als eine ganz frei stehende Mauer zu betrachten ist. Die Flügel ac und a′c′ können aber einander auch so nahe stehen, daß eine Trennung nicht mehr möglich wird.

Fig. 125.

Fig. 126.

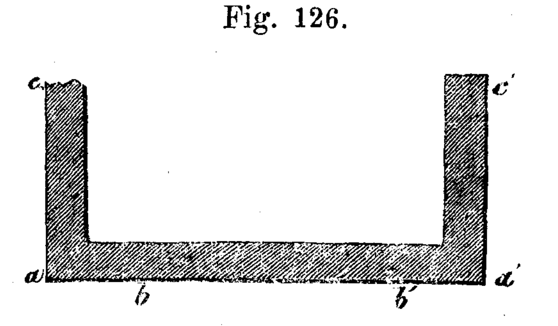


Fig. 126a.

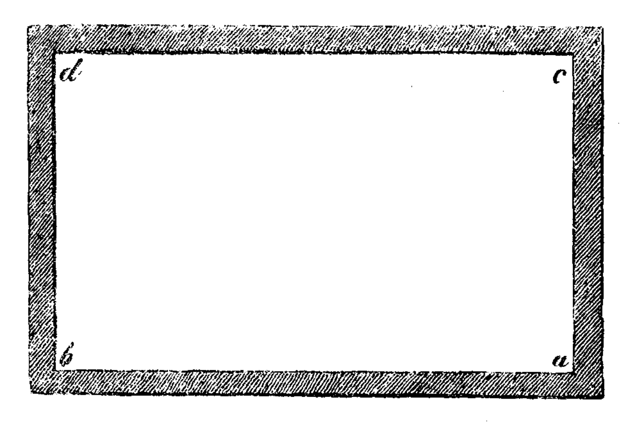
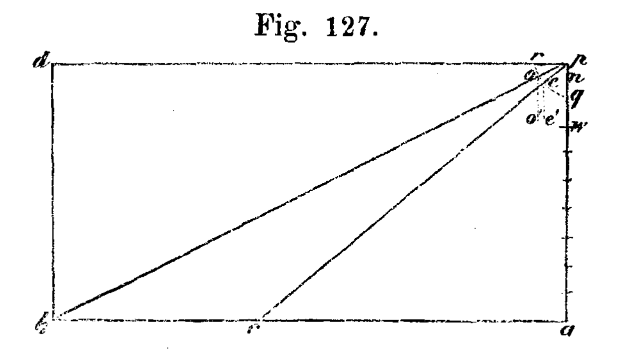


Fig. 127.



Mauern in Gevierten sind wechselseitig als solche Mauern mit beiderseitigen Flügeln zu betrachten, und man sieht, wie demnach die Dicke der einzelnen Theile derselben von ihrer Länge abhängig ist. Es ist nun Fig. 126a eine freie unbedachte rechteckige Vierungsmauer. Man will die Dicke der Mauertheile ab und ac bestimmen. Die Höhe der Mauer sei ap Fig. 127, und dpab stelle die Mauerfläche über ab Fig. 126a dar.

Man theile die Höhe ap, je nachdem die Mauer eine große, mittlere oder geringe Standfähigkeit erhalten soll, in 8, oder 9 bis 10, oder 11 bis 12 gleiche Theile pq, und beschreibe hiermit aus p den Viertelkreis qr. Die Ueberecklinie pb schneidet denselben in o, gleichlaufend mit ap, die Linie oo, so giebt die Entfernung dieser beiden Linien o′w oder on die Dicke der der Mauer ab Fig. 126a, und man sieht, daß die Dicke sowohl mit der Höhe als mit der Länge der Mauer, wie es der Natur der Sache

nach sein muß, zu- und abnimmt. Wird hierauf die Länge der Giebelmauer ac Fig. 126a in Fig. 127 von a nach c getragen, und die Ueberecklinie pc gezogen, so schneidet diese ebenfalls den Viertelkreis pr in e. Wird durch e die mit pa parallele ee' gezogen, so ist ebenso e'w die gesuchte Mauerdicke für ac in Fig. 126.

Die Mauerdicken in ab und cd, sowie in bd und ac sind in jeder rechteckigen Vierung einander gleich. Im Gevierte (Quadrat), sowie in jedem regelmäßigen Vierecke sind alle Theile der Umfassungsmauer einander gleich, und man braucht hierbei nur die Dicke eines Theils aus der Länge und Höhe zu bestimmen.

Fig. 128 sei ein unregelmäßiges Viereck. Um die Mauerdicke einer jeden Seite zu bestimmen, bilde man mit der längsten Seite ab und der Höhe ein Rechteck dpab Fig. 129, so daß also ab die Mauer-

Fig. 128.

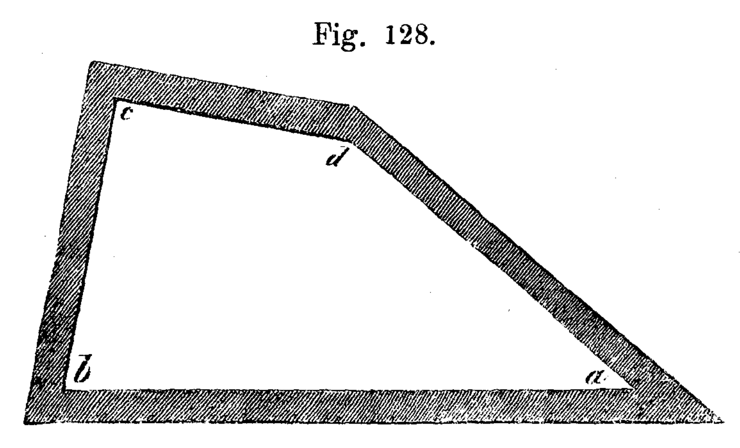
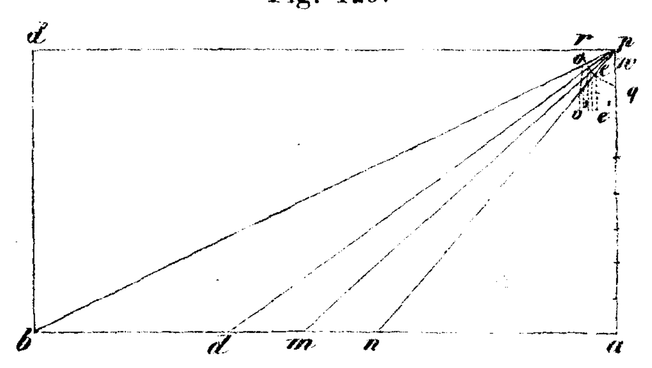


Fig. 129.



höhe sei. Man trage nun die 3 übrigen Seiten ad bc und dc Fig. 129 von a nach d, m und n, ziehe die Ueberecklinien pb pd pm und pn, dann, wenn ab in die 8 bis 12 gleichen Theile pq getheilt wurde, den Viertelkreis qr, so durchschneidet dieser jene Ueberecken, und wenn man durch die Schnittpunkte mit ap gleichlaufende Linien, wie z. B. oo' ee' zieht, so geben die Entfernungen dieser Linien von ap die zugehörigen Mauerdicken, wie vorhin.

Wäre die Umfassungsmauer eine kreisförmige (welche durch ihre Form selbst die standhafteste ist), so beschreibt **Rondelet** im Kreise ein Zwölfeck, und bestimmt die Dicke ebenso als für dieses Zwölfeck die Regel es vorschreibt. Die Seite eines Zwölfecks kommt aber der Hälfte des Kreishalbmessers sehr nahe. (Da nun der Umfang eines Kreises beinahe $^{12}/_{2}$ Radien oder 6 Halbmesser enthält, so ist diese Bestimmung hinlänglich genau.)

Die Kreismauer der St. Stephanskirche in Rom hat 62^{m} Durchmesser, 7^{m} Höhe und dabei 73^{zm} dicke Mauern. Die Anwendung vorstehender Regel bestimmt dagegen $71{,}2^{zm}$.

Im Allgemeinen gelten für die Bestimmung der Mauerstärken folgende Erfahrungssätze.

Ist ein Gebäude nur ein Stockwerk hoch und im Innern mit Scheidewänden versehen, so genügt, bei geringer Tiefe des Gebäudes, zu den Außenwänden die Stärke eines Ziegels; doch macht man die Umfassungswände gewöhnlich $1^{1}/_{2}$ Ziegel stark, um mehr Schutz gegen die Witterung (besonders gegen die Kälte) zu haben. Die Mittelwand wird bei geringer Tiefe des Gebäudes nur 1 Ziegel, bei größerer Tiefe $1^{1}/_{2}$ Ziegel stark, um die Last der Balkenlage gehörig tragen zu können.

Hat ein Gebäude mehrere, z. B. 4 Stockwerke, jedes 3^{m} hoch, so kann man für die Bestimmung der Mauerstärken der einzelnen Stockwerke, wie vorhin beschrieben, verfahren. Das unterste Stockwerk erhält die Stärke, welche eine Mauer von 12^{m} Höhe mit Rücksicht auf die als Verstärkung dienenden Scheidemauern (massive Mauern, nicht Fachwände) erhalten müßte; das zweite Stockwerk erhält die Stärke, welche unter denselben Umständen eine Mauer von 9^{m} Höhe haben müßte ꝛc. In der Praxis geht man gewöhnlich von dem obersten Stockwerk aus und macht hier diejenigen Mauern, welche Balken zu tragen haben, also gewöhnlich die Front- und Mittelmauern, $1^{1}/_{2}$ Ziegel stark; die Scheidemauern 1 Ziegel. Das zunächst darunter befindliche Stockwerk wird ebenfalls in den Frontmauern $1^{1}/_{2}$ Ziegel stark angelegt, die folgenden 2 Etagen 2 Stein stark, dann $2^{1}/_{2}$ Stein in 2 Etagen u. s. w. Der Keller erhält in Frontmauern unter allen Umständen $^{1}/_{2}$ Stein mehr als das Erdgeschoß.

Die Mittel- und balkentragenden Scheidemauern werden in allen Stockwerken $1^{1}/_{2}$ Stein stark, im Keller 2 Stein stark gefertigt. Nicht balkentragende Scheidemauern werden in sämmtlichen Etagen 25^{zm} oder auch nur 13^{zm} stark, im Keller 42^{zm} resp. 26^{zm} stark gefertigt.

Gesetzt das Gebäude habe 4 Stockwerke, jedes etwa 3^m hoch, so würden sich folgende Mauerstärken ergeben:

4. Stockwerk:	Umfassungen	$1^1/_2$ Ziegel;	Mittelwand	$1^1/_2$ Ziegel stark.
3. "	"	$1^1/_2$ "	"	$1^1/_2$ " "
2. "	"	2 "	"	$1^1/_2$ " "
1. "	"	2 "	"	$1^1/_2$ " "
Kellergeschoß	"	$2^1/_2$ "	"	2 " "

Da unsere Ziegel 25^{zm} lang, 12^{zm} breit sind, so ergeben sich folgende Mauerstärken:

1 Stein stark = 25^{zm}	wobei die erforderlichen Kalkfugen mit eingerechnet sind.
$1^1/_2$ " " = 38^{zm}	
2 " " = 51^{zm}	
$2^1/_2$ " " = 64^{zm}	
3 " " = 77^{zm}	

Sämmtliche Mauerabsätze fallen nach Innen, da man die Fronten im Aeußern nur sehr selten absetzt. Bei Gebäuden, die sehr kräftig aussehen sollen (Zeughäuser ꝛc.), giebt man den Mauern des Souterrains oder unteren Stockwerks, so weit sie über dem Erdboden liegen, eine Dossirung, ähnlich wie den Futtermauern. Im Fundament hingegen erfolgt die Verstärkung der Mauer so viel als möglich nach beiden Seiten.

Bei Treppenmauern darf man im Innern nicht absetzen; man bestimmt die Mauerstärke für das untere und obere Stockwerk, nimmt das Mittel davon und führt die Treppenmauer, soweit sie zugleich Frontmauer ist, in dieser mittleren Stärke lothrecht auf; dies gilt besonders dann, wenn der Treppenraum vor der Front des Hauses vorspringt, und diese Stärke reicht aus, weil die Mauern gewöhnlich kurz sind und Haltepunkte an den Frontmauern gewinnen.

Ebenso bestimmt man die Mauerstärken für einen großen Saal, wenn Scheidewände daran stoßen.

Bei Kirchen nimmt man Stockwerke von etwa $3^1/_2{}^m$ Höhe an, bestimmt die Mauerstärke des unteren Geschosses, wie bei einem Wohngebäude und führt die Mauern ohne abzusetzen in der unteren Stärke lothrecht auf; dasselbe geschieht bei Magazinen.

Was die Giebel anbelangt, so dürfen dieselben, außer bei freistehenden Gebäuden, nur in Ausnahmefällen nach der Straßenfront gehen (wegen Feuersgefahr und wegen der besseren Wasserableitung). In diesem Falle werden sie im Dache 1 Ziegel stark und erhalten wohl auch Verstärkungsmittel, die bis zum Kehlgebälk gehen. Im

Uebrigen werden sie wie Umfassungswände behandelt; die Verstärkung erst nach drei Stockwerken eintreten zu lassen, ist nicht zu empfehlen, aber niemals darf man 1 Stein starke Giebel durch drei Stockwerke aufführen, da dann die Verankerung nur an Holz anzubringen ist.

Ist der Giebel gemeinschaftlich, so muß der Theil im Dache mindestens 1 Ziegel stark sein, oder aus ausgebundenem 13 ^{zm} stark massiv verblendetem Fachwerk bestehen. Im Uebrigen wird er wie die Mittelwand behandelt, sobald Balkenlagen darauf ruhen.

Wird der Giebel von jedem Nachbar einzeln aufgeführt, so wird die Mauer im Dache 1 Ziegel stark und in allen darunter befindlichen Stockwerken $1^1/_2$ Ziegel. Im Aeußern muß hierbei der Giebel lothrecht bis zum Fundament hinuntergehen.

Kleinere Thürme, etwa bis zu $1^1/_2$ □^{m} wird man, wenn sie keine hohe Spitze (Haube) erhalten, wie Frontwände behandeln; man wird die Höhe in Stockwerke von $3^1/_2$ bis 4^m theilen, das oberste Stockwerk $1^1/_2$ Ziegel stark machen, und jedem nächst unteren $^1/_2$ Ziegel zusetzen. Größere Thürme bis zu 3 □^{m}; für Kirchen, die eine hohe Thurmhaube zu tragen haben, von der Bewegung derselben bei starkem Winde leiden, und außerdem im oberen Theil durch größere und viele Fenster durchbrochen sind, wird man nicht unter 3 Ziegel Stärke oben beginnen, und etwa alle $5^1/_2$—6^m $^1/_2$ Ziegel verstärken. Ein solcher Thurm von etwa 47^m Höhe würde also oben 3 Ziegel und unten etwa 7 Ziegel stark werden. Man thut immer gut bei solchen Bauwerken lieber etwas zu viel als zu wenig einzulegen; auch ist es durchaus verwerflich, bei hohen Thürmen zur Materialersparniß im Fundament oder weiter oberhalb Nischen auszusparen, wie dies die vielen Risse an manchem schönen älteren Thurme, wo man so verfahren war, bezeugen; sondern alles Mauerwerk muß mit Ausnahme der nöthigen Thür- und Fensteröffnungen, welche in den unteren Stockwerken kleiner, in den oberen etwas größer sein können, voll ausgemauert werden. Die angegebene Mauerstärke ist ausreichend, weil die Thurmmauern verhältnißmäßig nicht lang ausfallen und nach unten immer kürzer werden, und weil die 4 rechten Winkel sowie die im Thurme vorkommenden Gebälke und Verankerungen als Haltepunkte dienen.

Viereckige hohe Dampfschornsteine werden wie Frontwände behandelt; man nimmt bei gutem Material oben 1 Stein, bei weniger gutem, oder wenn man die Wärme mehr zusammenhalten, auch einen etwas ausladenden Kopf aufsetzen will, $1^1/_2$ Stein, und verstärkt

den Schornstein alle 4 bis 5 m um 1/2 Stein. Ein Mehreres darüber folgt später bei den Kesselmauerungen.

Reicht die Plynthe über den Fußboden des ersten Geschosses und wird dieselbe nicht mit Platten verkleidet, so verstärkt man die Mauer der Plynthe nach außen um so viel, als dieselbe vorspringen soll. Sind keine Keller vorhanden, so werden die Fundamentmauern bei gutem Baugrunde, wo das Fundament nur 1 m tief ist, um etwa 12 zm verstärkt und zwar nach jeder Seite 6 zm; bei weniger gutem Baugrunde und tieferen Fundamentmauern legt man mehrere Banquette an, die man jedesmal um ca. 20 zm stärker werden läßt, als das darüber befindliche Mauerwerk ist. Die Höhe der untersten Banquette ist etwa 50 zm stark zu machen.

Sind Keller vorhanden, so wird das Kellermauerwerk bei hohen Gebäuden 1/2 Stein stärker gemacht, als das Geschoßmauerwerk und die Verstärkung für die Gewölbe durch Pfeilervorlagen bewirkt; ist hingegen das Gebäude außer dem Keller oder Souterrain nur etwa ein Stock hoch, und soll das Souterrain bewohnt werden und nicht zu viele Vorlagen erhalten, dann muß man die Mauern stärker machen, wie dies bei den Gewölben mitgetheilt werden wird.

Werden die Mauern von Wohngebäuden nicht mit Ziegeln, sondern mit Bruchsteinen erbaut, so hat man anstatt eines Ziegels 30 zm Bruchsteine zu setzen, wenn die Bruchsteine ziemlich lagerhaft sind. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß die schwächsten Bruchsteinmauern bei Gebäuden gewöhnlich 51 zm stark gemacht werden; diese Stärke reicht da aus, wo man 1 1/2 Ziegel anwendet.

Außer von der guten Arbeit und einem guten Bindemittel sind die Mauerstärken ganz besonders abhängig von der Güte des Materials und von der Form und Größe der Steine. Je fester das Gefüge des Materials ist, um so schwächer kann man verhältnißmäßig die Mauern machen. Deshalb kann eine Mauer von Quadersteinen viel dünner sein, als eine solche von Bruchsteinen 2c.

Was die Last an Decken, Dächern, zufälliger Belastung an Oefen, Meubeln, Waaren 2c. betrifft, welche die Mauern außer ihrem eigenen Gewicht zu tragen haben, so lehrt die Erfahrung, daß alle die verschiedenen Arten Mauerwerk durch diese vermehrte Last nicht zerquetscht oder verschoben werden, sondern recht gut im Stande sind, dieselbe zu tragen.

Dagegen ist aber die Last des ganzen Gebäudes mit allem, was es außerdem zu tragen bestimmt ist, sehr zu berücksichtigen hinsichtlich

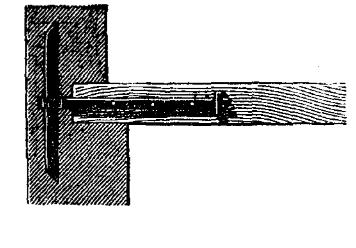
des Druckes, den es auf den Untergrund ausübt. Es wird also namentlich bei starker sonstiger Belastung besonders auf hinlänglich breite Grundmauern gesehen werden müssen, welche, wenn man blos das Gewicht des Gebäudes selbst und allein berücksichtigt, viel schwächer angelegt werden könnten. So z. B. wird bei Getreidemagazinen, Salzmagazinen 2c. diese Rücksicht besonders eintreten wegen der sehr vermehrten Last auf den Untergrund.

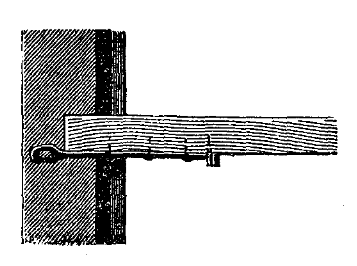
Das Verfahren, nach welchem die Mauerstärken für gewölbte Räume über und unter der Erde zu bestimmen sind, wird bei den Gewölben abgehandelt werden. Hierüber und über die Bestimmung der Mauerstärken in zweifelhaften Fällen, überhaupt wo die gewöhnlichen Erfahrungssätze nicht auszureichen scheinen, sehe man das vortreffliche Werk: Theoretische und praktische Anleitung zur Kunst zu bauen, von J. Rondelet.

Den besten Aufschluß giebt die Vergleichung ausgeführter Gebäude. Es ist deshalb dem angehenden Maurer und Baumeister nicht oft genug zu empfehlen: die Baustellen sowohl zu besuchen, als auch die erforderlichen Folgerungen aus den Beschreibungen und Zeichnungen anerkannt guter Muster zu erforschen.

Eiserne Anker in den verschiedenen Stockwerkshöhen angebracht, halten die Mauern zusammen und sind unter allen Umständen ein gutes Mittel zur Beförderung der Festigkeit. Solche Anker werden gewöhnlich in Entfernungen von 3^{m} bis höchstens 4^{m} an den Balkenköpfen durchgehender (nicht ausgewechselter) Etagen- und Dachbalken (und zwar bei den letzteren in dem Balken der Haupt-Binder) angebracht. Diese Verankerung muß stets über vollem Mauerwerk geschehen, nicht über Fenster- oder Thüröffnungen, sondern in den Zwischenpfeilern befestigt werden.

Fig. 130.





Die Verankerung geschieht durch sogenannte Balkenverankerung Figur 130; diese besteht gewöhnlich aus einer Schiene von Flacheisen 1—1$^{1}/_{4}$^{m} lang, 1^{zm} stark, 4—5^{zm} breit, welche in horizontaler Lage an den Balken angeschlagen wird, und am andern Ende mit einer Oese versehen ist, durch die der sogenannte Riegel oder Ankersplint, ein vertical stehendes Eisen, durchgesteckt wird. Die Schiene wird

entweder auf dem Balken, oder an einer Seite desselben befestigt, und zu diesem Zwecke wird sie am hintern Ende um 1^{zm} umgebogen; vor dieser Aufbiegung wird eine starke eiserne Kramme eingeschlagen. Der Riegel oder Splint ist entweder ein etwa 1^{m} langes Eisen, oder er erhält eine S-förmige Biegung nach Fig. 131. Häufig besteht er auch aus 2 Eisen, die so gebogen sind, daß sie ein Andreaskreuz bilden, Fig. 132. Gewöhnlich wird der Anker so angeschlagen, daß die Vorderkante des Splintes noch um 8^{zm} gegen die Außenkante der Mauer zurückliegt und demnach sowohl durch eine Verblendung als durch den Putz verdeckt wird; zuweilen läßt man aber auch den Splint vor die Mauer vorspringen und tritt er dann als eine Decoration auf und wird demgemäß verziert. Soll die Verankerung besonders stark sein, so wendet man statt des Splintes eine starke Eisenplatte an, welche mit der Ankerschiene verschraubt wird. Ebenso wie die Frontmauern verankert man auch die Giebel, indem man an die Fetten und Rahme sogenannte Giebel- oder Rahmanker anschlägt, die ähnlich gestaltet sind als die Balkenanker.

Fig. 131. Fig. 132.

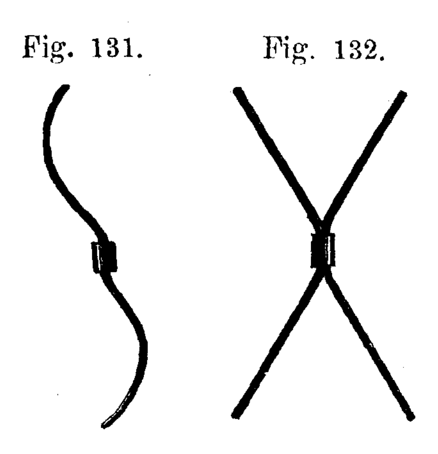
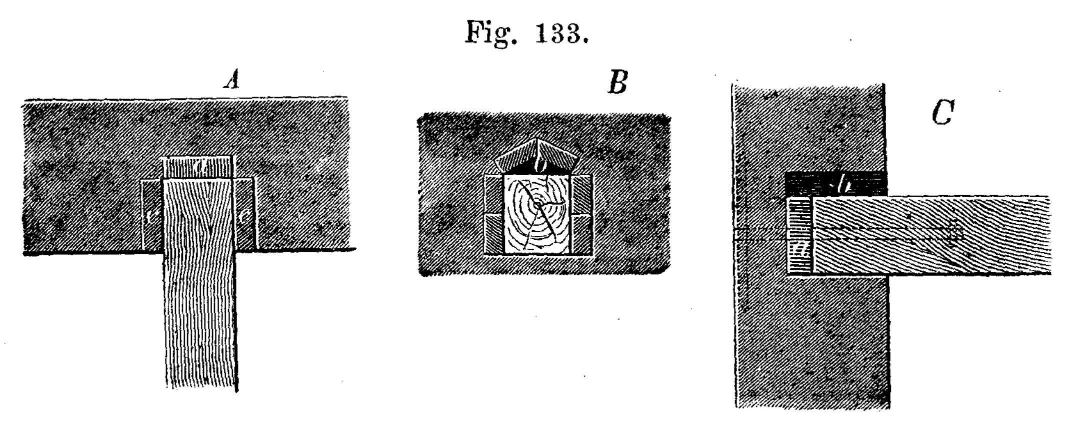


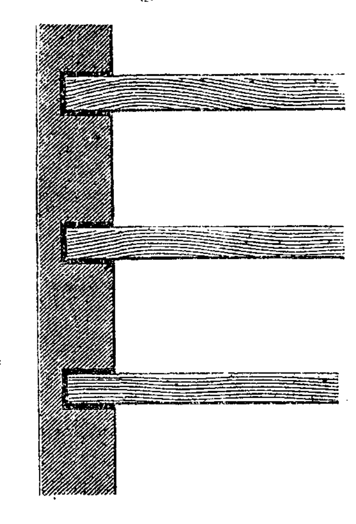
Fig. 133.

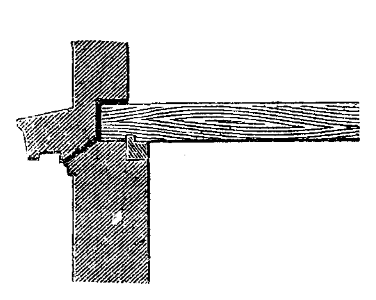


Das Einmauern der Balkenköpfe muß so geschehen, daß dieselben mit dem sie umgebenden Mauerwerk nicht in unmittelbare Berührung kommen, da das neue Mauerwerk Feuchtigkeit enthält, die leicht ein Faulen der Balken veranlassen kann. Es ist daher gut, die Balkenköpfe so einzumauern, wie Fig. 133 A B C zeigt, also die Mauer mit trockenen hochkantigen Steinen zu belegen und dagegen erst das weitere Mauerwerk mit Kalkmörtel festzumauern. Vor dem Hirnholz des Balkens läßt man eine Luftschicht a, in welche

nur da, wo die Balkenanker angeſchlagen werden, ein ebenfalls trocke- ner Stein eingelegt wird; der Luftzug b ermöglicht das Austrocknen der Luftſchicht a und wird beim Putzen der innern Wände geſchloſſen.

Fig. 134.





Es wird auch empfohlen, die den Balken umgebende Luftſchicht durch eine kleine Blech- röhre oder einen Kanal im Mauerwerk mit der äußern Luft ſo in Verbindung zu ſetzen, daß kein Regenwaſſer eindringen kann. Fig. 134 zeigt eine ſolche Conſtruction. In den meiſten Fällen wird leider der eingemauerte Theil des Balkens nur mit trockenem Lehm umſtopft und führt man das umgebende Mauerwerk wohl auch mit Lehm anſtatt mit Kalk auf.

Wird unter dem Balken eine Mauerlatte angelegt, ſo kommt es darauf an, daß die- ſelbe nicht verfault, da ſonſt der Balken ſein Auflager verliert. In den meiſten Fällen laſſen ſich die Mauerlatten vermei- den, jedenfalls müſſen ſie bei Mittelwänden weggelaſſen werden. Wo dieſelben gleich- wohl angeordnet werden, müſſen ſie auf vollem Mauerwerk ſtehen, nicht aber im vollen Mauerwerk liegen, da ſie dort bald verfaulen, am beſten iſt es ſie auf einen Mauerabſatz nach Fig. 134 zu legen und zwar bündig mit dem unteren Mauerwerk. Iſt kein Mauerabſatz vorhanden, ſo wird man ſie nach Fig. 135 immerhin bündig mit der Innenkante der Mauer legen.

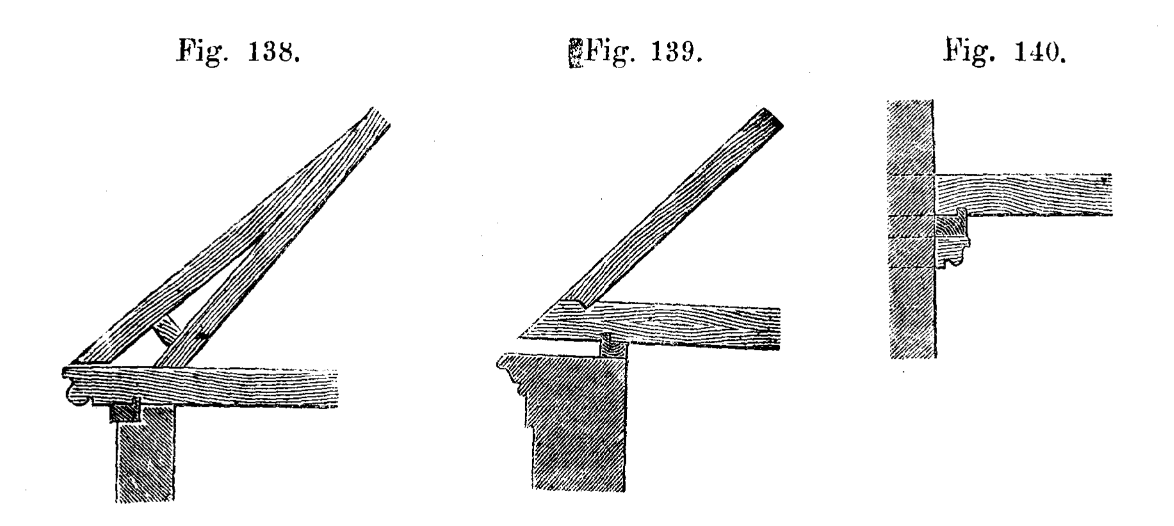
Bei Dachbalkenlagen wird auch ſtets ein Maueranſatz vorhanden ſein, auf den man die Mauerlatte legen kann; befindet ſich über der

Fig. 135. Fig. 136. Fig. 137.

Dach-Balkenlage noch eine Aufmauerung, eine Drempelwand, so liegt die Mauerlatte nach Fig. 136.

Ist keine Drempelwand vorhanden, so legt man die Mauerlatte mit der Ober-Innenkante oder Ober-Außenkante der Mauer bündig, Fig. 137 u. 138, oder auch man legt sie auf die Mauer, nach Fig. 139.

Fig. 138. Fig. 139. Fig. 140.



In mittelalterlichen Gebäuden findet man, daß die Mauerlatte bei einem Zwischengebälk auf vorgekragten, fest eingemauerten Consolen liegt, Fig. 140.

§. 29. Mauern von Feld- und Bruchsteinen.

Sie werden entweder aus großen Blöcken und ohne Mörtel zusammengesetzt, oder sie bestehen aus kleineren Steinstücken, welche durch Mörtel verbunden werden. Schon aus dem frühesten Alterthum besitzen wir, im südlichen Europa vorzugsweise, Mauern aus großen unregelmäßigen Steinblöcken, ohne allen Mörtel zusammengesetzt; die Fugen sind auf das Genaueste in einander gepaßt, und ihre wohl dreitausendjährige Dauer, ungeachtet aller Erdbeben und willkürlichen Beschädigungen, beweist wohl genugsam ihre Festigkeit; sie sind in Italien und Griechenland unter dem Namen Cyclopen-Mauern bekannt. Im nördlichen Europa, wo einzelne Spuren ähnlicher Bauwerke vorkommen, nennt man sie gewöhnlich Teufelsmauern, da man die Uebereinanderschichtung solch ungeheurer Blöcke menschlichen Kräften nicht zutraute. Häufig mochten sie als Ringmauern der Städte oder andern strategischen Zwecken gedient haben.

Das Grundgesetz, auf dem ihre Festigkeit beruht, ist ein möglichst guter Steinverband, so weit er sich bei der Unregelmäßigkeit des

Materials erreichen läßt, und möglichste Größe der Steine selbst, da sie sich um so fester und unverschiebbarer auf einander pressen, je schwerer sie sind.

Um ganze Räume mit Steinen überdecken zu können, verfuhr man so, daß man jede nachfolgende obere Schicht um etwas gegen die nächstuntere vorrückte, bis die beiden gegenüberstehenden Mauern oberhalb so nahe kamen, daß man nur wieder einen großen Stein überzulegen brauchte, um die Oeffnung zu schließen. Man nennt dies Verfahren die Ueberkragung, Auskragung.

Die gewöhnlichste, aber auch die schlechteste, jetzt übliche Feldsteinmauer baut man aus mäßig großen, runden Steinen, wie man sie auf dem Felde findet, verbindet sie mit ziemlich fettem Mörtel und stopft die Zwischenräume mit kleineren Steinstücken, auch wohl mit Ziegelstücken aus, welches man Verzwicken nennt. Ein ungleich besseres Mauerwerk wird erzielt, wenn man die Steine sprengt und mit diesen gesprengten Feldsteinen die Mauern wie vorhin aufführt.

Eine andere Art, wonach man zur Hälfte gesprengte und zur Hälfte ungesprengte Feldsteine anwendet, ist die jetzt üblichste, wo Feldsteine vorhanden sind. Bei diesem Mauerwerk verlegt man die gesprengten Steine nach Außen, die runden im Innern der Mauer und hat dabei nur hauptsächlich darauf zu sehen, daß von Zeit zu Zeit durchgelegte Bindesteine durch die ganze Tiefe der Wand eingemauert werden.

Feldsteine ohne Mörtel, aber mit Moos in den Fugen gedichtet (und zuweilen auch in Gartenerde verlegt), pflegt man bei Feldsteinbrunnen, Bewährungsmauern und unbedeutenden Gebäuden zu verwenden.

Der Bruchstein der Gebirge wird in ganz gleicher Art zu Mauern verwendet; da er aber niemals rund, sondern immer in unregelmäßigen Vielecken und meistens lagerhaft bricht, so giebt er einen festeren Verband als die runden Feldsteine. Werden die Bruchsteine in kleinen Stücken gewonnen, wie es in vielen Gegenden der Fall ist, so entstehen wegen ihres ungleichen Bruches viele große Zwischenräume und ein verhältnißmäßig nur geringer Verband. Die Zwischenräume müssen mit Mörtel ausgefüllt werden, welches viel Kalk erfordert, die Mauern langsam austrocknen läßt, und nach dem Gesagten überhaupt ein weniger festes Mauerwerk liefert, als regelmäßige Steine mit kleinen Fugen; auch setzen sich aus den angeführten Grün-

den dergleichen Mauern mehr als solche aus regelmäßigen Steinen mit kleinen Fugen.

Nichts destoweniger hat man in Gegenden, wo die Bruchsteine vorherrschend sind, der Wohlfeilheit des Materials wegen, immer in dieser Art gebaut und große Bauwerke ausgeführt, sogar bedeutende Kirchengewölbe. Da dergleichen Mauern, so lange sie nicht ausgetrocknet sind, eine geringere Festigkeit haben, als solche aus regelmäßigen Steinen gebildete, so pflegt man ihnen eine verhältnißmäßig größere Stärke zu geben. Man macht nämlich eine solche Mauer c. 15^{zm} stärker, als man sie aus regelmäßigen Steinen gemacht haben würde. Hätte man also z. B. die Stärke der Mauer von regelmäßigen Steinen $1\frac{1}{2}$ Stein oder 38^{zm} stark gemacht, so würde man für denselben Fall der Bruchsteinmauer 53^{zm} Stärke geben.

Das schönste und festeste Mauerwerk ist das aus regelmäßig behauenen rechteckigen Steinblöcken, deren Breite zugleich die Dicke der Mauer ausmacht, und welche übereinander in regelmäßigem Verbande liegen, indem die Fuge zweier oberhalb liegenden Steine auf die Mitte des in der nächstuntern Schicht folgenden Steines verlegt wird. In dieser Art sind uns viele merkwürdige Ueberbleibsel von Trempelmauern erhalten.

Alle Arten von Mauern aus natürlichen Steinen haben mehr oder weniger die unangenehme Eigenschaft, daß sie beim Wechsel der Witterung schwitzen, d. h. die im Raume befindlichen wärmeren Dämpfe setzen sich in Gestalt von Wassertropfen an den kalten Stein, welches namentlich bei Wohngebäuden und Stallungen 2c. feuchte und ungesunde Räume verursacht. Das beste Mittel hiergegen ist, die Mauern nach innen zu verblenden, d. h. eine Schicht solcher Steine im Verband vorzumauern, welche diese Eigenschaft zu schwitzen nicht haben (weil sie keine so starken Wärmeleiter sind). Am besten eignen sich hierzu gebrannte Mauersteine, welche man $\frac{1}{2}$ Stein stark vormauert, aber etwa die dritte und vierte Schicht immer einen ganzen Stein stark in die Bruchsteinmauer hineinspringen läßt, weil sonst die dünne Mauersteinschicht von der Bruchsteinmauer sich ablösen würde.

Lagerhaft heißt ein Stein, welcher zwei gegenüberliegende möglichst parallele Bruchebenen hat, auf welchen er im Gebirge lagert und beim Gebrauch verlegt und belastet wird. Demnach sind die runden Feldsteine die am wenigsten lagerhaften, die unregelmäßig, aber in scharfen Kanten gesprengten sind lagerhafter, und die in regelmäßig viereckiger Form bearbeiteten Steine sind natürlich die lagerhaftesten.

§. 30. Mauern aus Werkstücken.

a. Das Versetzen der Werkstücke.

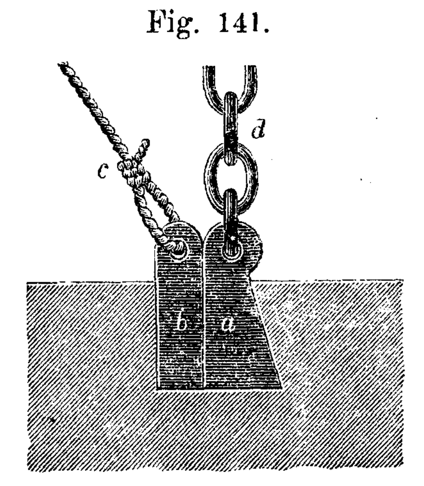
Das Einsetzen eines Steines in dasjenige Lager, welches er im Bau einnehmen soll, heißt das Versetzen des Werkstückes.

Es sind hierzu mancherlei Hülfsmittel erforderlich. Geschieht das Versetzen zu ebener Erde oder in geringen Höhen, so wird der Stein auf einer Schleife, oder auf Holzrollen, oder auf einem Wagen, welcher mit starken, ganz niedrigen Rädern versehen ist, nach dem Orte seiner Bestimmung gebracht. Damit diese Hülfsmittel nicht in weichem Erdreiche einsinken, werden überall, wo die Bahn geht, Bretter untergelegt. Sollen die Steine in größerer Höhe versetzt werden, so daß man sie nicht hinschleifen kann, so müssen sie durch Flaschenzüge, Winden, Erdwinden, Krahne mit Winden oder durch Krahne mit Tautrommeln gehoben werden. Kleinere Steine legt man auf eine Schale, die aus Bohlen gefertigt und etwa $1^1/_4{}^m$ im Quadrat groß ist. Diese Schale ist ähnlich wie eine Wagschale, durch vier eiserne Stäbe in einer Höhe von $1^1/_4 - 1^1/_2{}^m$ mit einem Bügel oder Kreuz verbunden, an dem das Tau oder die Kette befestigt ist. Oben angekommen wird der Stein auf den starken, vom Zimmermann verbundenen Gerüsten nach dem Ort seiner Bestimmung gebracht, was bei geringen Entfernungen auf untergelegten Rollen mit der Brechstange, bei größeren auf Rollwagen geschieht. Nachdem der Stein auf die Mauer geschafft ist, wird derselbe mit Brechstangen und den Händen in sein Lager eingepaßt. Soll der Stein Mörtel erhalten, wie dies bei den Quadermauern der großen Viaducte der Neuzeit meistens geschehen ist, so wird der Quader hochgekantet, alsdann Mörtel gegeben, und dann auf darunter gehaltene Brechstangen und einstweilen untergelegte Seitenstücke ꝛc. langsam und so heruntergelassen, daß der Mörtel nicht nach einer Seite herausgedrückt wird. Nach gehörigem Einpassen, wobei der überflüssige, weiche Mörtel durch Hin- und Herschieben des Steines herausgedrängt wird, spitzt man den Quader, wenn er zu hoch ist, nachträglich etwas ab, ohne daß er wegen seiner bedeutenden Schwere dadurch verrückt oder erschüttert würde. Kann ein Bau sehr langsam und mit außergewöhnlichen Kosten geführt werden, so müssen die Steine vollständig eben bearbeitet und ohne Mörtel verbunden werden. Dergleichen Ausführungen liegen dem Steinhauer bei der überwiegenden Zahl von Speculationsbauten sehr selten ob.

Sehr große Steine werden durch Hebezeuge an Ort und Stelle

geschafft. Man arbeitet dann, namentlich für Wölbequadern in der Nähe des Schwerpunktes, in den Stein ein schwalbenschwanzförmiges Loch, das, je nach der Stärke und Schwere des Steines 13—26 zm tief, unten 14 zm, oben 10 zm lang und etwas über 3 zm breit ist. Alsdann werden zunächst die eisernen Endstücke und dann das Mittelstück hineingesteckt. Hierauf legt man den Bügel an, steckt den Bolzen durch und befestigt denselben durch einen Splint oder Keil. An dem Bügel wird alsdann die Kette zum Hochziehen befestigt. Wenn von dem Loche aus, nach allen Seiten hin 15 zm Stein stehen bleiben, so können auf diese Weise Säulen und Quadern von bedeutender Schwere 30—40 Centner gehoben werden. Diese Hebevorrichtung nennt man den großen Wolf. Ebenso wird die Scheere zum Heben von Werkstücken verwandt; dieselbe ist bis 1,8 m hoch und es reicht aus, wenn die unteren Haken nur 1 zm in den Stein eingreifen, da bei dem Anziehen der, in den Löchern befestigten Kette eine hinreichende Pressung entsteht, um ein Abrutschen zu verhindern. Vor allem dürfen aber die Angriffspunkte der Scheere nicht tiefer liegen, als der Schwerpunkt des Steines, da der Stein sich sonst in der Luft drehen würde. Kömmt es darauf an, den Stein unter Wasser, oder da, wo man nach der Versetzung nicht hinzu kann, vom Tau zu lösen, so bedient man sich einer Klaue nach Fig. 141.

Fig. 141.



Zuerst wird die Klaue a, dann das Parallelstück b in ein entsprechend gearbeitetes Loch des Steines gesteckt, dann das Tau c nachgelassen und an der Kette a der Stein gehoben. Nach der Versetzung zieht man am Tau c das Parallelstück b, darauf die Klaue a heraus. Die Breite von b muß natürlich wenigstens gleich der Verjüngung von a sein. Sind die Steine hoch gezogen, so werden sie in ganz geringer Entfernung über ihrem Lager so lange schwebend erhalten, bis sie (wie man es nennt) eingespielt haben, wonach sie langsam in ihr Lager heruntergelassen werden. Um die Steine nach jedem Orte des Bauwerks mittels einer Hebevorrichtung bringen zu können, kann man folgende einfache Anordnung bei dem Wölben von großen Bogen treffen. In der Länge von fünf Bogen werden auf dem vorderen und hinteren Gerüst Längsschienen gelegt für vier Räder, welche zwei

querüberliegende starke Balken tragen. Das Ganze bildet also einen Wagen mit sehr langen Achsen und kann auf den Längsschienen leicht hin und zurück geschoben werden. Auf den Querbalken befinden sich ebenfalls Schienen, auf denen ein liegender Flaschenzug nach der Tiefe des Bauwerks verschoben werden kann, so daß durch die doppelte Bewegung des Wagens nach der Länge und des Flaschenzuges nach der Breite, der Stein an jedem Punkte heruntergelassen werden konnte. Damit die Steine bei dem Auffahren nicht anstoßen, muß hinreichender Raum vorhanden sein, und damit sie nicht zu sehr schwanken, wird ein Leitseil daran befestigt und von einem untenstehenden Arbeiter geführt. Durchaus verwerflich ist es, wenn ein Steinmetz mit auffährt, um den Stein vor Schwankungen zu sichern, denn es ist kein Grund vorhanden, die Krahne, unnütz zu belasten und Menschenleben auf das Spiel zu setzen.

b. Verkitten, Vergießen, Verdübeln und Anstrich der Werksteine.

In den gewöhnlichen Fällen, wo die Werkstücke (Quadern) in den Fugenflächen nur rauh gespitzt sind, bedient man sich, wie bei den Mauern aus gebrannten Steinen, des Mörtels, jedoch weniger der Festigkeit wegen, als vielmehr, um die Unebenheiten auszufüllen. Nachträglich werden die aufgekratzten Fugen mit Cement oder Kalk und Ziegelmehl verstrichen und häufig gebrannt, indem man ein Richtscheit an die Fugenlinie hält und mit einem sogenannten Fummeleisen so lange in der Fuge entlang streicht, bis ein schwarzer Strich entsteht. Wenn jedoch die Fugenflächen sauber bearbeitet sind, so daß die aneinander gereihten Steine sich vollständig berühren, so ist selbst eine dünne Lage von reinem Weißkalk nicht nöthig, weil die Festigkeit des Mauerwerks durch die Größe und Form der Steine mit Rücksicht auf den Verband hervorgebracht werden muß. So vermieden die Aegypter, welche sehr große Steine anwendeten, Klammern und Mörtel. Bei einem Tempel in Balfé ist eine Mauer aus drei Steinen gebildet, von denen jeder 18—19^{m} lang und 4^{m} dick ist. An der Brücke von Neuilly, die von dem berühmten französischen Brückenbaumeister Perronet aus Schnittsteinen erbaut worden ist, befinden sich an der Brustwehr Steine von 10,6^{m} Länge. Bei alten Tempeln, wo Deckenbalken bis zu 6^{m} Länge vorkommen, sind die Steine bisweilen aufeinander abgeschliffen, damit sie sich vollkommen berührten.

Ein Verkeilen der Fugen, sei es durch Holz oder Steinstücke, muß gänzlich vermieden werden; dahingegen sucht man, sofern die Steine

wenig zu tragen haben, möglichst enge Fugen zu erhalten, indem man die Lager- und Seitenflächen etwas hohl unterarbeitet. Haben die Steine hingegen starken Druck auszuhalten, so darf dies Unterwinkeln nicht stattfinden, weil sonst die Kanten abgesprengt werden. Die äußern Stoßfugen sowohl, als auch die oberen wagerechten Fugen, welche zu Tage liegen, verstreicht man bei geringerer Arbeit mit gutem Kalkmörtel, bei besserer Arbeit mit Steinkitt, damit keine Feuchtigkeit in die Fugen eindringen, sich in Eis verwandeln, und die Steine auseinander drängen könne.

a) Mit dem Steinkitt verklebt man nicht blos die Fugen der Steine, sondern man ergänzt auch abgebrochene Stücken derselben, so daß der aufgetragene Kitt den fehlenden Theil des Steines ersetzen muß. Man sieht schon aus dieser Bedingung, daß der Kitt, wenn er erhärtet ist, so fest als der Stein selbst sein muß. Ferner muß er die Eigenschaft haben, sich an das Gestein fest anzuhängen und nie loszulassen. Wenn das Mauerwerk bald im Nassen, bald im Trocknen ist, braucht man folgenden Kitt:

262 Dg. von der Luft abgelöschten Kalk,
125 „ ganz feingesiebtes Ziegelmehl,
13 „ pulverisirtes Glas,
100 „ ordinäres Leinöl.

500 Dg. = 5 K.

Wenn das Mauerwerk beständig im Wasser steht:

250 Dg. Kalk,
125 „ Ziegelmehl,
25 „ Hammerschlag,
13 „ pulverisirtes Glas,
100 „ Leinöl.

513 Dg. = $5\frac{1}{8}$ K.

Der Kalk sowohl als das Ziegelmehl müssen so trocken als möglich sein; von dem Oele, welches man vorher noch zu kochen pflegt, nimmt man anfänglich nur so viel, daß die Masse beim Schlagen oder Stampfen nur nicht stäube. Ein Mann kann in einem Tage höchstens 5 K. schlagen, und zwar auf folgende Weise: die vorher in einem Mörser gestoßene Masse wird gesiebt, von neuem in einen Mörser gethan, sodann $\frac{3}{4}$ des Oeles oder 75 Dg. hinzugethan und alles zu einem steifen Teiche gestoßen; hierauf wird das letzte $\frac{1}{4}$ Oel hinzugethan, wonach alles aneinander hängt. Nunmehr wird die Masse

aus dem Mörser gekratzt, auf eine Werksteinplatte gelegt, und mit einem dazu geschmiedeten, bis 10 K. schweren Eisen (man kann auch eine gewöhnliche Brechstange dazu nehmen) einen ganzen Tag geschlagen, wobei man den breiten Kuchen wieder von allen Seiten zusammenlegt und von neuem breit schlägt.

Wird viel Kitt verbraucht, so kann eine Portion von $12^1/_2$ K. zugleich zubereitet werden. Es soll zwar nicht mehr davon im Voraus gemacht werden, als man in zwei bis 3 Tagen zu verbrauchen gedenkt. Macht man indessen einen Vorrath auf acht bis zwölf Tage, oder würde man an dem Verbrauch verhindert, so muß der Kitt mit feuchtem Papier umschlagen, an einem frischen Orte aufbewahrt werden, damit derselbe keine Rinde bekomme.

Beim Verkitten der Mauern müssen die Steinfugen von aller Nässe und allem Staube gereinigt werden; jedoch werden die Fugen vor dem Einstreichen mit Kitt einigemal mit Oel vermittels eines Pinsels ausgestrichen, und sodann der Kitt mit hölzernen oder eisernen Spateln mit Gewalt so tief als möglich eingepreßt.

Entstehen in den ersten Tagen nach diesem Einstreichen kleine Risse, so müssen selbige mit Oel bestrichen und von neuem zugedrückt werden.

In acht Tagen pflegt alles trocken zu sein, und nach Jahr und Tag ist dieser Kitt fester als der Stein selbst. Haben die Werkstücke (oder andere Steine) eine graue oder röthliche Farbe, so kann man dem Kitt durch Zusatz von etwas Schwärze oder Braunroth (Bolus) das gleiche Ansehen geben.

Als guter Steinkitt zum Verkitten der Fugen zwischen den Steinen (Fugenmörtel) wird, nach dem polytechnischen Notizblatt, der hydraulische Kalk in Verbindung mit Wasserglaslösung empfohlen. Man bereitet sich dazu aus beiden Substanzen einen Brei, welcher wegen des schnellen Erhärtens nur in kleinen Partieen angefertigt und schnell verbraucht werden muß.

Einen guten Feuer- oder heißen Kitt bereitet man wie folgt: man nimmt 40 Dg. Colofonium oder Pech, 5 Dg. gelbes Wachs, 3 Dg. Terpentin, $1^1/_2$ Dg. gegossenen Mastix, $1^1/_2$ Dg. Schwefel und eine gute Hand voll Ziegelmehl.

Diese Massen werden in einem Topfe oder Grapen auf dem Feuer zerlassen und fleißig umgerührt. Wenn dieser Kitt sogleich gebraucht werden soll, so müssen die Fugen mit glühenden Holzkohlen, oder mit einem darauf gelegten starken, glühenden Eisen heiß gemacht werden und so die Masse glühend eingegossen.

Man kann daher diesen Steinkitt nur allein bei flachliegenden Steinen, als bei Bassins, steinernen Wasserröhren ꝛc. anbringen. Er wird gleich hart, so daß der überstehende Theil weggemeißelt werden muß.

Von diesem Feuerkitt kann man auf viele Jahre Vorrath machen, solchen in Stücken aufheben und beim Gebrauch so viel abschlagen und schmelzen, als man eben bedarf.

Wo keine bedeutende Hitze wirkt, so wie bei Hausfluren, Mosaikpflasterungen u. s. w., kann man sich mit Vortheil des geschmolzenen Asphaltes bedienen, welcher mit dem Dreifachen an feinem Sande versetzt wird.

Es giebt zwar noch eine unzählige Menge anderer Kitte, welche man in allen technischen Zeitschriften findet, für den vorliegenden Zweck mag es jedoch genügen, darauf hingewiesen zu haben, indem wir noch bemerken, daß zu den meisten Kitten Leinölfirniß verlangt wird.

b) Vergießen der Steine. Um die Werkstücken fest mit einander oder mit anderem Mauerwerk zu verbinden, werden sogenannte Klammern und Stichanker angebracht, welche mit den Steinen vermittels flüssigen Bleies, Schwefels, Asphalts oder Gypses vergossen werden. Man verfährt dabei wie folgt: zur Verbindung zweier wagerecht nebeneinander liegenden Werkstücke legt man eine oder mehrere Klammern, je nach der Größe der Steine, ein. Jede Klammer besteht aus einem geraden Stück geschmiedeten Eisens, dessen beide Enden im rechten Winkel etwa $2^1/_2 - 4^{zm}$ lang heruntergebogen und aufgehauen sind. Die Länge und Stärke dieser Klammern richtet sich nach der Größe der Steine. Um diese Klammern einlegen zu können, werden in die beiden Steine, welche durch sie verbunden werden sollen, Löcher mit dem Schlageisen eingehauen, welche so tief, aber etwas größer sind, als die umgebogenen Klammerenden, so daß die Klammer bequem Raum hat. Diese Löcher werden unten weiter als oben gemacht, damit das eingegossene Blei niemals sich herausziehen kann, wenn es einmal erhärtet ist. Damit die Klammer oben nicht vor den Steinen vorstehe, wird in die Steine eine Rinne eingehauen, so tief als die Klammer selbst dick ist, damit ihre Oberkante in gleicher Ebene mit der Oberfläche der Steine liegt.

Soll nun die Klammer vergossen werden, so werden die Steinlöcher erst sorgfältig von Nässe und Steinstaub gereinigt, dann wird die Klammer eingelegt und dann mit dem flüssigen Blei ꝛc. vermittels einer Gießkelle vergossen.

Blei ist das beste Material zum Vergießen, aber auch das theuerste. Dasselbe schwindet beim Erkalten, und muß daher **immer** nachgekeilt werden. Auch muß das zu vergießende Loch ganz **trocken** sein, da sich sonst schnell Dampf bildet, welcher das geschmolzene Blei herausschleudert. Schwefel kann man ebenfalls dazu benutzen, nur nicht bei eisernen Klammern, in welchem Falle sich schnell Schwefeleisen bildet. Gyps aber kann man nur an solchen Orten zum Vergießen nehmen, wo er unter allen Umständen trocken bleibt, er ist also im Aeußern nie anzuwenden; denn wenn er, einmal erhärtet, wieder naß wird, dehnt er sich aus und sprengt die damit vergossenen Steine entzwei. Gyps macht überdies die Klammern rosten, und es ist demnach das schlechteste der genannten Materialien, obgleich das wohlfeilste.

Auch Asphalt mit wenig Sand gemischt, kann zum Vergießen der Klammern an solchen Orten genommen werden, wo kein heißes Wasser und keine Sonne, überhaupt keine bedeutende Wärme hinkommen kann.

Wenn schwache Deckplatten verklammert werden sollen, wo die Klammern frei gegen die Luft liegen und also der Kälte des Winters ausgesetzt sind, dürfen sie nicht zu pressend eingepaßt sein, weil sie alsdann wegen der stärkeren Zusammenziehung die Platten zerreißen können. Es ist dann immer besser, große Steine anzuwenden, die ohne Verklammerung festliegen.

Stehen Steine senkrecht und sie sollen mit Mauerwerk oder anderen Werkstücken verbunden werden, so verfährt man in folgender Weise: in den senkrechten Stein werden je nach der Größe desselben ein oder mehrere Stichanker eingegossen. Ein solcher Stichanker besteht aus einem Stück Eisen, welches an dem Ende, wo es aus dem Steine vorsteht, zugespitzt und eingehakt ist. Ist der Stichanker in den senkrechten Stein an einer hinteren Seite eingegossen, so wird das Werkstück versetzt und dann der vorstehende Stichanker in das, hinter dem Werkstücke aufzuführende Mauerwerk mit eingemauert. Der Stichanker kann auch hinten rechtwinklig umgebogen sein; vergleiche das Schwungeisen.

Es kann aber auch der Fall eintreten, daß die Mauer schon vorhanden ist, gegen welche das Werkstück versetzt werden soll. In diesem Falle macht man in dem Mauerwerk zuvor die nöthigen Löcher für die Stichanker, unten weiter wie oben, und etwas von vorn nach hinten abwärts geneigt. Dann bringt man das Werkstück vor die Mauer in sein Lager, so daß die Stichanker in die Löcher zu stecken

kommen. Wollte man nun gleich vergießen, so würde das Blei 2c. an den senkrecht stehenden Steinen herunterlaufen; man macht daher vor das Loch, wo vergossen werden soll, ein sogenanntes Nest von nicht zu nassem Lehm. In dieses Nest gießt man das Blei 2c., von wo es in das zugehörige Loch läuft, und den Stichanker vergießt. Das Nest erhält die Gestalt einer halb durchgeschnittenen Kelle, und wird an den Stein oder die Mauer nur so lange angedrückt, wie das Vergießen dauert, damit nichts daneben laufen kann; dann wird es wieder weggenommen und bei dem nächsten Gießloche ein neues Nest davon gemacht.

Damit die Klammern nicht ausreißen können, müssen sie mindestens 5—8^{zm}, besser aber 15—20^{zm} über die Steinfuge nach jeder Seite übergreifen.

c) Verdübeln der Steine. Damit zwei wagerecht aufeinanderliegende Steine nicht übereinander weg nach der Seite geschoben werden können, bedient man sich der sogenannten Dübel. Hierunter versteht man entweder prismatisch geformte Klötzchen, welche im Grundriß entweder quadratisch oder auch schwalbenschwanzförmig gestaltet sind. Um die Hälfte ihrer Höhe werden diese Klötzchen in den unten liegenden Stein eingelassen, mit der andern Hälfte ihrer Höhe reichen sie in den darüber liegenden Stein hinein, so daß sie, wenn man die Steine übereinander wegschieben wollte, Widerstand leisten. In den oberen und unteren Stein muß ein Loch eingearbeitet werden, welches die halbe Höhe des Dübels zur Tiefe hat und genau so groß ist, daß der Dübel gerade hineinpaßt. Man macht diese Dübel von verschiedenartigem Material. Im Alterthume machte man sie häufig von festem Holze, aber auch von Stein, Bronze (Glockengut). Jetzt macht man sie gewöhnlich von Stein, gegossenem oder geschmiedetem Eisen, und nur ausnahmsweise von Bronze. Werden sie von Eisen gefertigt, so ist es sehr zweckmäßig, sie durch Eintauchen in geschmolzenen Asphalt vor allem Rost zu bewahren.

Die Größe eines solchen Dübels ist mit 8^{zm} Länge und $2\frac{1}{2}$ bis 5^{zm} Dicke, je nach der Größe der Steine, hinlänglich. Vergossen kann nur das in dem unten liegenden Steine eingesenkte Stück werden, das in den obern Stein einpassende aber nicht. In der Regel werden sie gar nicht vergossen, sondern die Löcher nur so genau wie möglich gearbeitet, daß die Dübel genau einpassen. Werden sie von Stein, so läßt man an dem untern Seitenstück zuweilen gleich den Dübel angearbeitet stehen.

Das Verdübeln wird auch für nebeneinanderliegende schmale Steine angewendet; in diesem Falle bedient man sich immer des schwalbenschwanzförmigen Dübels, welcher zur einen Hälfte in den einen, zur andern in den andern Stein eingelassen wird.

d) Anstrich der Steine. Feste Steine oder polirte Steine erhalten keinen Anstrich; minder feste Sandsteine werden entweder blos mit heißem Leinölfirniß getränkt oder mit einer nicht zu dicken Wasserglaslösung überstrichen. In diesen Fällen wird die natürliche Farbe des Steins wenig verändert. Sollen hingegen die Steine gefärbt werden, dann benutzt man dazu entweder Kalkfarben (auch mit Wasserglaslösung), Essig- oder Oelfarben. — Färbungsversuche, welche man mit künstlichen Steinen vorgenommen, veranlaßten, mit Quadersandstein aus sächsischen, bei Pirna gelegenen Steinbrüchen dieselben Versuche zu wiederholen. Tränkt man diese Steine womöglich mit einer heißen Auflösung von Leim in Wasser, welche jedoch nur so viele Procente Leim enthalten darf, daß dieselbe auch noch nach dem Erkalten flüssig bleibt, so dringt sie je nach der Porosität und dem Korne des Steines mehrere Linien in denselben ein. Bringt man darauf den so behandelten und getrockneten Stein in eine gerbstoffhaltige Auflösung, so schlägt sich darin ein, in Wasser unlösliches Leimtannat nieder, welches, wie im gegerbten lohgaren Leder, selbst in feuchter Luft, Erde oder Wasser dem Zahne der Zeit, d. h. dem Lichte, der Luft, der Wärme und der Feuchtigkeit Trotz bietet.

Diese Methode der Imprägnirung verleiht dem Sandsteine ein hübsches, eigenthümliches Ansehen, man kann sagen ein antikes Braun, ohne die natürliche Steinstructur zu verdecken, wodurch der kalte Sandsteinblock mit seiner meistens schmutzigen, sehr ungleichen Farbe Wärme und Leben erhält. Es ist einleuchtend, daß diese Operation wo möglich in warmer Jahreszeit vorzunehmen ist, und daß man für größere Gegenstände, wie für Gebäude und dergleichen statt des Eintauchens den saftigen Anstrich zu wählen hat.

Man achte nur darauf, daß jeder Anstrich, bevor der nächste darauf kommt, gehörig trocken sei. Diese Methode hat man beim Kalksandbau ausgeführt, und läßt sich bei allen porösen Gesteinen anwenden, desgleichen bei dem Putz. Daß sie sich nicht für feste, klingende Steine eignet, ist selbstverständlich, sowie auch, daß man keine andere Färbung als die eigenthümliche des Leimtannats damit erzeugen kann.

Diese Art, porösen Steinen eine, in die Tiefe dringende färbende und conservirende Schicht zu geben, ist außerdem billig. Bei kleinen

Versuchen, wie zu Monumenten, wird man wohlthun, eine aus Leim bereitete Auflösung und eine Abkochung zerstoßener Galläpfel zu verwenden. Sind hingegen große Flächen, wie an Häusern zu überziehen, so dürfte sich die Selbstbereitung des Leims, in der einfachsten Art ausgeführt, empfehlen, indem man davon den, aus dem Leimgut gekochten, gelösten Leim gleich verwendet. An Stelle der Galläpfel-Abkochung wird ein Absud von Eichenrinde das billigste Material darbieten.

§. 31. Gestampfte Mauern. Aus gestampfter Erde (Pisé) bestehende Mauern.

Die zum Pisébau zu verwendende Erde darf weder fett, noch zu mager genommen werden; im ersten Falle reißen die Mauern, im zweiten haben sie keine Haltbarkeit. Ferner muß sie keine kleinen Zweige oder andere Pflanzenstoffe enthalten, und endlich muß sie mit derjenigen Feuchtigkeit verwendet werden, wie sie aus der Erde kommt. Sie darf nicht zu naß, nicht zu trocken sein, denn im ersten Falle wird das Gestampfte schmierig und reißt, im zweiten Falle erhält es keinen Zusammenhang. Kalkhaltige Erde kann sehr gut verwendet werden, da hier der Kalk nicht im gebrannten Zustande vorkommt, also auch keine nachtheilige Wirkung auf die Mauern äußern kann. Ebenso schaden grober Sand und kleine Kiesel bis zur Größe von einem Zolle nichts, größere Steine dürfen dagegen nicht darin vorkommen.

Die ausgegrabene Erde muß zuvörderst mittelst eines Spatens möglichst gleichmäßig durchgearbeitet, und alle größeren Steine, Holz und Wurzeln entfernt werden. Damit die frisch gegrabene Erde nicht zu naß oder trocken werde, muß man sie gleich nach dem Ausgraben unter ein sogenanntes Wetterdach in Schatten bringen, um sie gegen Sonne und Regen zu schützen. Doch darf sie nicht zu lange liegen, wie denn überhaupt auch zu trockene Erde mit Vorsicht angefeuchtet oder besser mit feuchterer Erde untermischt werden kann und umgekehrt

Die Fundamente sowie die Plynthen zu den Piségebäuden werden wie gewöhnlich von einem festen Gestein aufgemauert, es ist aber besonders darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Plynthen hinlänglich hoch, also nicht unter $1/2^m$ hoch gemacht werden, auch ist es wegen natürlicher Feuchtigkeit des Bruchsteinmauerwerks nothwendig, das Feldsteinfundament erst mindestens durch eine sogenannte Rollschicht von Mauersteinen abzugleichen, ehe man das Stampfen beginnt.

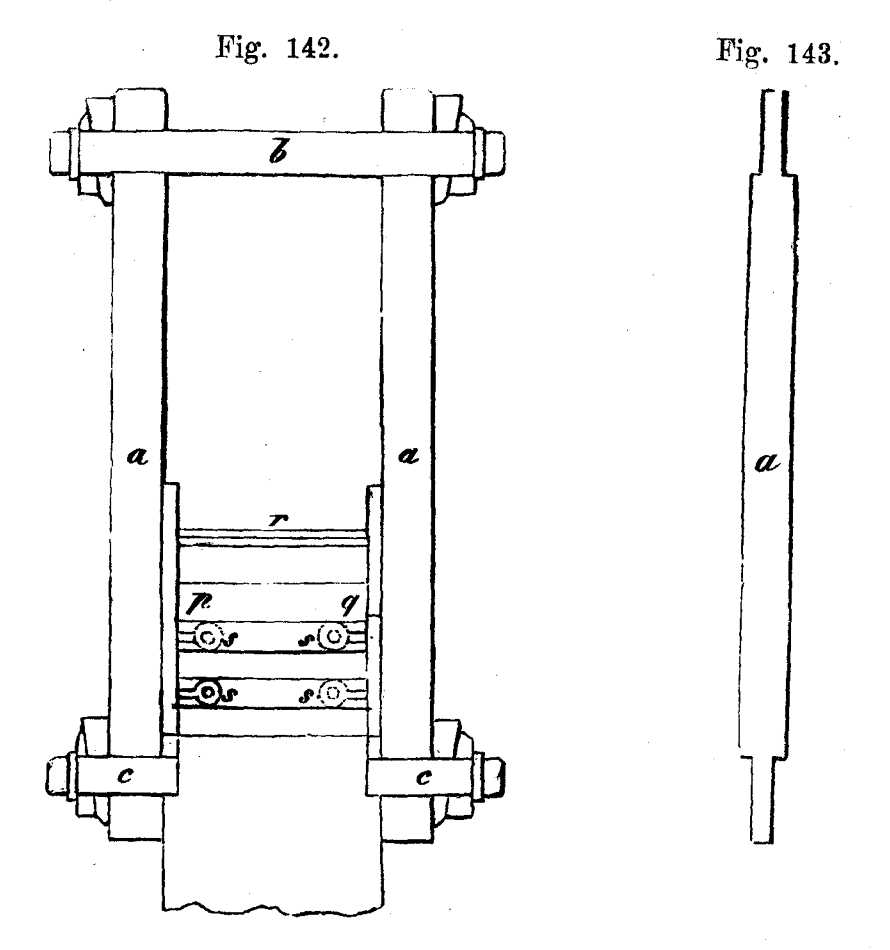
Bei Wohnungen dürfen die Pisémauern im Innern nicht bis auf den Fußboden herunterreichen, sondern müssen mindestens noch ein Mauerwerk von 15^zm zwischen sich und dem Fußboden haben, da sonst der Lehm von der Feuchtigkeit angegriffen werden würde. Bei Stallungen ist es besser, das Fundament im Innern wenigstens 30^zm über den Fußboden hinaufreichen zu lassen, weil in den Ställen sich noch mehr Nässe entwickelt, als in den Wohnungen. Bei Schafställen, wo sich viel Dünger anhäuft, müßte die steinerne Plynthe so hoch angelegt werden, wie die Düngeranhäufung beträgt, also etwa 1^m hoch.

Ein eben so wichtiges Erforderniß, wie ein hohes Fundament, um die Lehmmauer von unten gegen die Feuchtigkeit zu schützen, ist ein möglichst weit vorspringendes Dach, um sowohl den Schlagregen, als auch die Dachtraufe für das Gebäude unschädlich zu machen.

Nässe ist der größte Feind der Pisémauern; es muß also alles gethan werden, um sie auf jede Weise davon abzuhalten; so z. B. können ausgeregnete Stellen der Fronten nie reparirt werden, oder wenn es geschieht, fallen die neuen Stellen immer wieder ab; es ist demnach einleuchtend, daß man gleich von vornherein alles Mögliche für die Erhaltung solcher Mauern thun muß, weil sich später so gut wie nichts dafür thun läßt. Die Festigkeit eines gut gefertigten und gut ausgetrockneten Pisébaues ist so groß, daß man in dergleichen Mauern nur mit der größten Anstrengung Löcher einarbeiten kann, weshalb es mißlich ist, den bestimmten Zweck solcher einmal errichteten Gebäude zu ändern und etwa aus einer Scheune ein Wohngebäude, Stall 2c. machen zu wollen. Die Kosten würden dadurch unverhältnißmäßig groß werden, und wenn die Mauern viele Veränderungen wegen Thorwegen, Thüren und Fenstern 2c. erleiden sollen, würde von den Pisémauern gewiß nur der geringste Theil stehen bleiben können, und der stehenbleibende durch die Erschütterungen der Durchbrüche bedeutend an Festigkeit leiden.

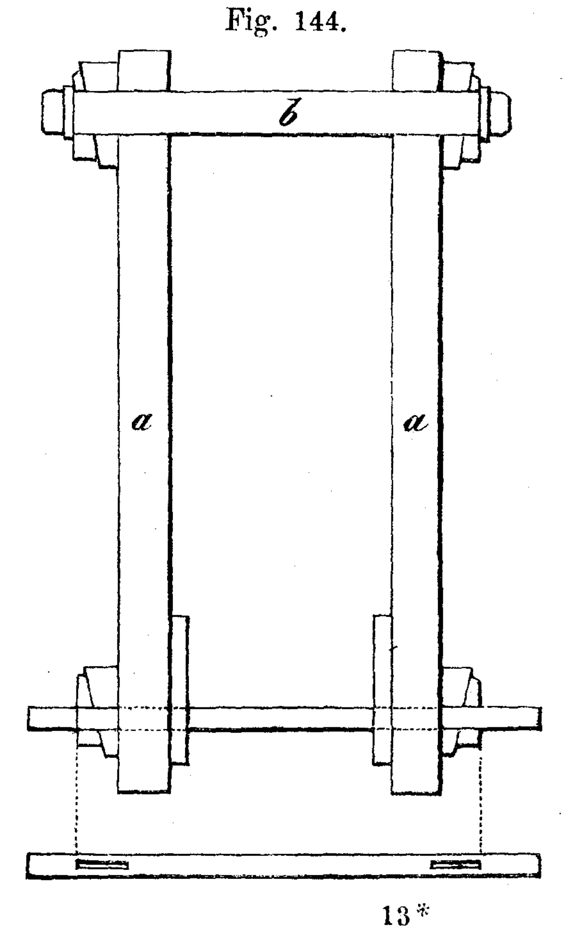
Eine andere unangenehme Eigenschaft des Pisébaues ist, daß am Aeußern kein gegen die Witterung schützender Bewurf halten will, daß daher besonders die Wetterseiten bedeutend leiden; und daß man eben deshalb keine hohen Gebäude der Art mit Vortheil aufführen kann. Dieser Bau eignet sich daher am besten zu ländlichen Gebäuden, welche an sich niedrig sind, auch aus demselben Grunde keine hohen Giebel, sondern am besten weit vorspringende ganze Walmdächer erhalten.

Fig. 142. Fig. 143.



Die Gerüste, welche zur Anfertigung von Pisémauern angewendet werden, fertigt man auf folgende Art: (Fig. 142—144 zeigen eines dergleichen). Die Schwelle cc wird quer über die Plynthe gelegt, in ihr stehen die Stiele aa mit langen Zapfen, welche durch eingeschlagene Holzkeile in die gehörige Entfernung von einander gebracht werden. Ebenso stehen die Stiele aa oberhalb in dem Querriegel b und werden auch hier durch Keile gehalten und gerichtet. Die Holzart, aus welcher diese Rüstungen gefertigt werden, ist ziemlich gleichgültig. Die Stärke sämmtlicher Hölzer ist 10—12zm, höchstens 12—15zm.

Fig. 144.



Die Höhe eines solchen Gerüstes richtet sich nach der Höhe der aufzuführenden Mauer. Gewöhnlich wird eine Höhe von $1^1/_4 - 1^1/_2{}^{m}$ hinreichend sein, weil alsdann eine Mauer von $2^1/_2 - 2^3/_4{}^{m}$ durch ein nochmaliges Uebereinanderstellen der Form angefertigt werden kann, wie aus Fig. 149 deutlich zu sehen ist, wo die Löcher in der Mauer die Lagen der Schwellen übereinander andeuten.

Die Breite im Lichten der Säulen **a a** wird nach der Dicke der aufzuführenden Mauer bestimmt. Gewöhnlich beträgt sie $50 - 60^{zm}$. Damit aber auch die bei den Mauern vorkommenden Unterabtheilungen von Zentimetern erhalten werden können, sind in den Schwellen c und oberen Querstücken b lange Zapfenlöcher angebracht, um die Stiele **a a** in gehöriger Entfernung richten zu können. Die Schwellen und oberen Querriegel müssen bei den Zapfenlöchern mit eisernen Ringen versehen sein, um das Aufspalten des Holzes zu verhüten.

Zur Erleichterung des Stellens der Stiele **a a** können nach Fig. 145 kleine Löcher i i i etwa 0,6 bis $1{,}3^{zm}$ auseinander gebohrt und eiserne Nägel (Fig. 146 f) durchgesteckt werden, um die Zapfen der Stiele so lange zu halten, bis alles gehörig verkeilt ist. Auch können die Schwellen c und die Querriegel b in Zentimeter eingetheilt werden, um als Maaßstäbe zur Dicke der Mauern zu dienen.

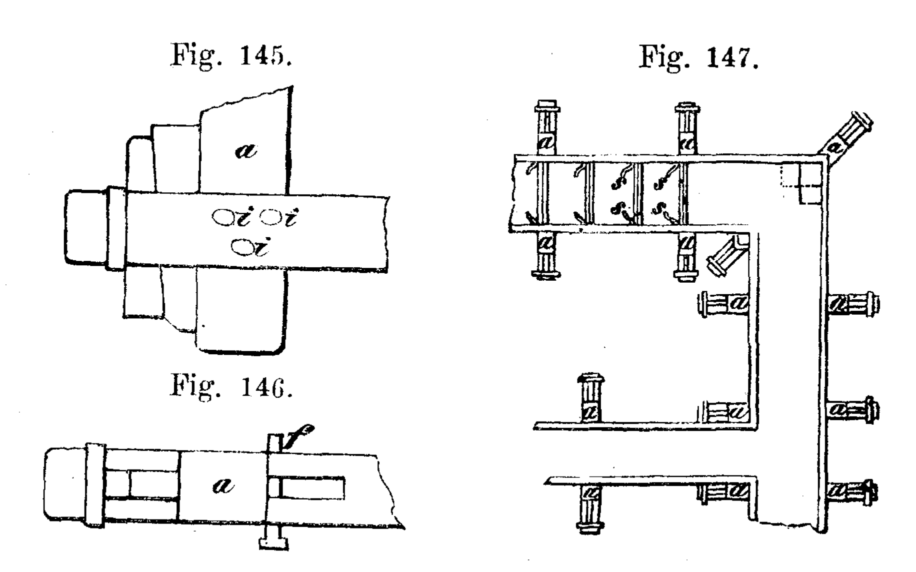


Fig. 145. Fig. 146. Fig. 147.

Außer diesen Formengerüsten müssen noch welche für die Ecken der Gebäude vorhanden sein, wie im Grundriß Fig. 147 in der Ecke ersichtlich ist, wo man zugleich sieht, wie die Ecksäulen nach einem einspringenden Winkel bearbeitet sein müssen. Das Holz zu einem Eckgerüst muß etwas stärker als zu den übrigen genommen werden.

Fig. 148 A B zeigt die Form eines Stampfers im Grund- und

Aufriß; er muß oberhalb mit einem eisernen Ringe a umgeben sein, weil sonst durch das anhaltende Stampfen der eigentliche Stampfklotz vom Stiele losgeht. Auch kann er unten noch einen eisernen Ring bekommen und mit Blech beschlagen werden.

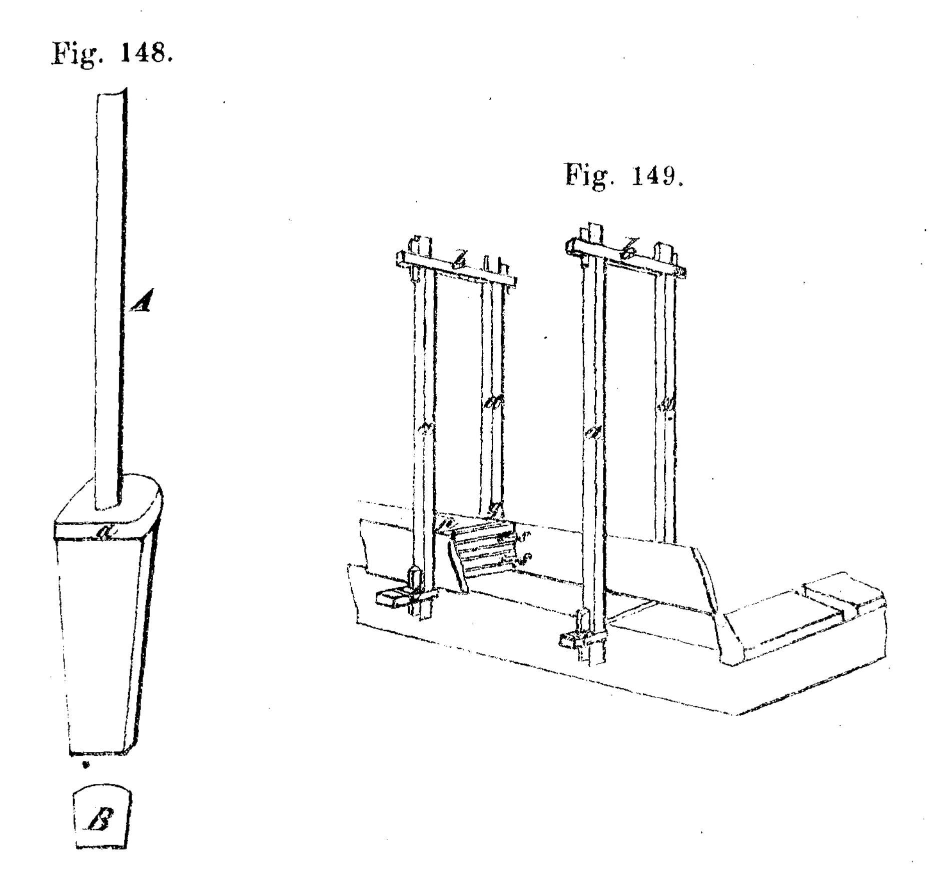


Fig. 148.

Fig. 149.

Längs der Gerüste werden 5 zm starke, auf beiden Seiten gehobelte Bohlen gelegt, zwischen welchen man die Erdschichten stampft.

Wenn dergleichen Gebäude ausgeführt werden sollen, so mauert man erst Fundament und Plynthe, letztere mindestens 50 oder besser 60 zm hoch, entweder ganz von Mauersteinen, oder gleicht sie doch mit einer Rollschicht ab. Man wird gut thun, die Plynthe nicht viel vor der Lehmmauer vorspringen zu lassen, weil sonst der Schlagregen zu viel Spritzwasser an die Lehmmauer bringen würde. Noch besser ist, die Rollschicht etwa 1 zm vor der übrigen Plynthe vorstehen zu lassen, und dann die Lehmmauer so auf diese Schicht zu setzen, daß sie mit dieser bündig steht, weil dann, wenn die Plynthe hoch genug ist, gar kein Trauf- oder Spritzwasser die Lehmmauer erreichen kann.

In der Rollschicht und der darunter gewöhnlich noch liegenden Mauersteinschicht werden die Schwellen der Gerüste eingelegt, wie aus Fig. 147 und 149 ersichtlich ist. Die Entfernung der Gerüste ist je nach der Stärke der Formbretter $1^1/_4$—$1^1/_2$ m, von Mitte zu Mitte

der Stiele. Hieraus ergiebt sich sowohl die Anzahl der Gerüste, welche gebraucht werden, als diejenigen Stellen, welche im Plynthenmauerwerk offen gelassen werden müssen, um die Schwellen einzulegen. Alsdann werden die Formenhölzer und Seitenbretter aufgesetzt und eingelegt. Die Lehmschichten werden dann theilweise, je nach der Länge der Formbretter, eingestampft; jedoch so, daß an den Ecken immer nach beiden Seiten hin ein Stück Schicht gestampft wird. Die Gerüste werden nicht eher festgekeilt, bis die unteren Bretter eingebracht sind und alles gehörig lothrecht aufgesetzt ist. Ueberhaupt ist die genau lothrechte Stellung der Gerüste ein wesentliches Erforderniß, weil sonst die Mauern schief und bauchig werden; man sucht diesem Uebelstande zwar dadurch abzuhelfen, daß man sie nach Abnahme der Formen mit Beilen gerade zu hauen sucht, welches aber nicht allein eine mißliche und zeitraubende Arbeit ist, sondern auch nicht immer gut geräth.

Zuvörderst wird an jeder inneren Seite der Gerüste ein Formbrett eingesetzt, und wenn alles gehörig abgerichtet und die Keile festgeschlagen sind, so werden die gedachten Kopfbretter durch die Schlüsselschrauben festgehalten. Die Kopfbretter sind in Fig. 149 p q bezeichnet, die Schlüsselschrauben mit s s.

Ehe die erste Erde in die Form geschüttet wird, muß an den Brettern zu beiden Seiten auf das Fundament in der Form ein Streifen von gutem, scharfem Kalkmörtel gelegt werden. Bei dem Einstampfen der Erde ist darauf zu sehen, daß jede aufgeschüttete neue Lage nicht höher als 10^{zm} aufgeschüttet werde. Die Arbeiter stoßen nun diese Erdlagen zuerst mit der Spitze des Stempelstieles an den Seiten der Formbretter fest, alsdann wird mit dem Stempel selbst die Mitte festgestampft. Prallt der Stempel von selbst in die Höhe, so ist hinlängliche Festigkeit da.

Sowie die erste Schicht fertig ist, wird, ehe man frische Erde aufschüttet, innerhalb wieder ein schmaler Streifen von gutem Kalkmörtel gezogen, auch werden ebenfalls kleine Mauersteinstücken in diesen Kalkstreifen eingezwickt; dies Verfahren dient zur besseren Haltbarkeit eines künftig aufzubringenden Bewurfes (Abputzes).

Ist eine Bretterhöhe vollgestampft, so wird die nächste Schicht zurückgerückt, damit die senkrechten Fugen der Schichten nicht aufeinander treffen, sondern ein Verband derselben entstehe.

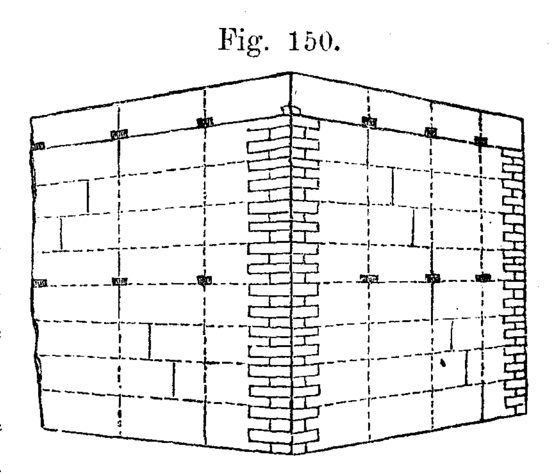
Ist ein Satz (eine Formenhöhe) vollendet, so werden die Formen abgenommen, die Schwellen ausgezogen und ein neuer Satz angefangen, wie aus Fig. 150 zu ersehen ist.

Vorzüglich ist zu beobachten, daß an den Ecken und bei Quermauern nicht nur mit einer Form angefangen werde, sondern es muß immer übergegriffen werden, also bei den Ecken nach zwei Seiten, bei einspringenden Mauern nach drei Seiten.

Bevor frische Erde aufgeschüttet wird, muß die vorhergehende Schicht mit einer Gartenspritze angefeuchtet werden, was nicht zu unterlassen ist. Die Löcher, welche aus dem Einlegen der Gerüstschwellen entstehen, werden, wenn die Mauer fertig ist, zugestopft.

Oeffnungen in der Pisémauer, wie Thore, Thüren, Fenster, werden so geschlossen, daß man je nach der Mauer Kreuzholz oder Blockzargen aufstellt, und die Lehmmauern daran anschließen und darüber fortstampfen läßt, nachdem man bei Blockzargen Bretter dagegen und darüber gelegt.

Fig. 150.



Andere ziehen vor, diese Oeffnungen durch Gemäuer von gebrannten Mauersteinen mit Wölbungen einzufassen und zu schließen, welches aber, besonders wenn viele Oeffnungen vorhanden sind, den Vortheil der Ersparung, welchen die Pisémauern sonst gewähren, sehr vermindert; dasselbe gilt, wenn man der größeren Festigkeit wegen die Ecken der Fronten, wie in Fig. 150, mit Mauersteinpfeilern einfaßt. Die Erfahrung hat übrigens gelehrt, daß gestampfte Ecken ebenfalls, namentlich abgerundet, genügende Haltbarkeit besitzen.

Um Piségebäude ganz gegen den Einfluß der Witterung zu schützen, müßte eine Verblendung von gebranntem Mauerstein nach außen durchweg angenommen werden. Dies gilt ganz besonders für zweistöckige, überhaupt hohe Gebäude dieser Art und für hohe steile Giebel derselben; alsdann aber würden sie eben nicht viel wohlfeiler werden als andere Bauarten.

Auch hat man auf Dachpappe, die auf hölzerne eingelegte Dübel zu nageln sei, statt einer Ziegelverblendung hingedeutet und erwähnt, daß man durch einen billigen Kalkfarbe-Ueberzug derselben eine angemessene Steinfarbe (die sich jedoch bald verändern dürfte) ertheilen könne. Wenn man das Dach eines Pisébaues mit Pappe deckt, so wird man sich vielleicht hingezogen fühlen, auch die Wände damit zu bekleiden und ist noch zu bemerken, daß der geringe Theergeruch der

Pappe weder Menschen noch Vieh nachtheilig ist, hingegen ausreicht, um das Ungeziefer, wie Ratten und Mäuse, abzuhalten.

§. 32. Gestampfte Mauern von Kalk und Sand.

Die gestampften Mauern, welche hier beschrieben werden sollen, sowie die im folgenden Paragraphen beschriebenen Mauern aus Gußwerk gehören zu dem Sandkalkbau.

Es wird hierzu ein gewöhnlicher, möglichst fetter Kalk angewendet, da der hydraulische nicht nur zu theuer, sondern auch zu wenig ergiebig ist.

1) Eine Mischung von Kalk und Sand wird ganz wie bei dem §. 31 beschriebenen Lehmbau zwischen Brettern in aufgestellte Formen gestampft. Die Bretter müssen, nachdem sie auf beiden Seiten gehobelt wurden, mindestens 3^{zm} Stärke behalten. Ihre Länge ist 3^{m}.

2) Die Masse besteht, wie erwähnt, aus Kalk und Sand. Der Kalk, welcher zu dieser Art Bauten zu verwenden ist, kann jede Beschaffenheit haben, wenn er nur überhaupt bindend ist. Es richtet sich jedoch nach der Art des Kalkes die Menge des Sandes, welche man ihm in der Masse zusetzt, d. h., je fetter der Kalk, desto mehr Sand, und je magerer der Kalk, um so weniger Sand kann man zusetzen. Hydraulischer Kalk eignet sich ebenfalls zur Bereitung der Masse, nur muß man alsdann nicht mehr Masse bereiten, als eben verbraucht wird. Viele Gutsbesitzer finden auf ihren Feldern Mergelkalke (hydraulische Kalke); halten diese Erden 70—80 Procent Kalk, so sind sie des Brennens werth, und man braucht keinen Kalk zu kaufen.

Der Sand kann grobkörnig oder feinkörnig und die Körner können rund oder eckig sein. Alle Gattungen sind zu gebrauchen, doch müssen sie rein sein oder ganz gereinigt werden. Der Sand sowohl wie das Wasser müssen unter allen Umständen frei von Salzen sein, es darf also kein Meersand und kein Meerwasser oder salzhaltiges Wasser verwendet werden, weil sonst nicht nur das Trocknen der Masse verhindert wird, sondern auch bei jeder feuchten Temperatur die Außenfläche des Gebäudes Feuchtigkeit einsaugt und so die Haltbarkeit leidet. Ebenso würde bei einem salzhaltigen Sande die Erdfeuchtigkeit von unten nach oben in die Mauern steigen und zur Zerstörung des ganzen Mauerwerkes beitragen, weil es niemals vollständig austrocknen würde. Ferner darf der Sand nicht lehmhaltig sein, weil Lehm und Kalk sich nicht mit einander verbinden und Mauern, welche aus lehm-

haltigem Sand mit Kalk gestampft werden, auf der Oberfläche sehr bald abblättern und nicht weiter reparirt werden können. Es muß also der Sand ein reiner scharfer Kies sein; Eisentheile kann er enthalten, er zeigt alsdann eine röthliche ockerartige Farbe. Dergleichen eisenhaltiger Sand giebt eine sehr feste Masse.

Es kommt hauptsächlich darauf an, die Sandkörner durch einen Kitt zu einer einzigen Masse zu verbinden. Diesen Kitt giebt der Kalk. Hiernach wird der gröbste Sand der beste sein, denn die groben Sand- und Kieskörner bedürfen in ihrem Innern keines Kalkes, sie geben aber zu große Zwischenräume. Diese mit Kalk ausfüllen zu wollen, würde Kalkverschwendung sein; man vermenge daher mittel und feinen Sand mit dem Kalke, und fülle mit dieser Mischung die Zwischenräume des groben Sandes sorgfältig aus.

Nimmt man zu viel Kalk, so wird die Masse schwammig und läßt sich nicht gut stampfen; man mittele deßhalb die Zwischenräume des Sandes auf folgende Art aus: man mißt einen Wassereimer mit dem Quartmaaße aus, schüttet ihn voll Sand und gießt so viel Wasser zu, bis es überläuft; so giebt die Menge des zugesetzten Wassers die Größe der Zwischenräume an, welche mit Kalk ausgefüllt werden müssen.

Es genügt, von jeder Sorte Sand hiernach die Zwischenräume annähernd ausgemittelt zu haben. Es zeigt sich bei der Verarbeitung gleich, ob die Masse sich fest oder schlammig stampft. Im letzteren Falle setzt man noch etwas Sand hinzu; zeigt die Masse aber zu wenig Zusammenhang, so giebt man etwas mehr Kalk.

Noch ist zu bemerken, daß bei Berechnung des Maaßes der Kalk zur Vermehrung der Masse nichts beiträgt, weil er nur die Zwischenräume ausfüllt, und daß man zu feinem Sande gleich viel Kalk zusetzen muß, weil dieser die meisten Zwischenräume hat.

Hat man groben Sand (Kies) mit dem vierten Theil Zwischenraum so verfährt man ungefähr folgendermaßen:

Man nimmt groben Sand	100	Theile
Mittelsand	25	"
gleich Theile Kalk und feinen Sand	9	"
	sind 134	Theile.

Diese geben aber nur 100 Theile, weil Mittelsand, feiner Sand und Kalk nur die Zwischenräume des groben ausfüllen. Um sicher zu gehen, thut man indessen wohl, die Menge des mittleren Sandes etwas zu verringern, statt dessen aber mehr Kalk zu nehmen, so daß sich etwa folgendes Verhältniß ergiebt:

Grober Sand	. . . .	=	100 Theile
mittel	. . . .	=	20 „
feiner	. . . .	=	5 „
Kalk	. . . .	=	10 „

sind 135 Theile oder 1 Theil Kalk auf 10 bis 12 Theile Sand.

Zum Messen dient ein viereckiger, etwa $^1/_{16}{}^{km}$ haltender Kasten mit Tragstangen.

Dieser Kasten wird $^3/_4$ voll Kalk genommen, der Kalk in eine sogenannte Kalkbank geschüttet und zu einem gleichförmigen dünnen Brei gerührt, dann wurde ein solcher Kasten gehäuft voll feinen Sand auf's innigste mit ihm vermengt; dann nach und nach noch 3 Kasten ebenfalls gehäuft voll groben Sand und zuletzt noch ein Kasten voll groben, ausgesiebten Kies zugemischt, und jeder einzelne zweimal mit dem schon vorher gemengten Kalk und Sand durchgearbeitet und vermengt.

Auf die innige Vermengung kommt alles an. Denn Sand, der mit dem Kalk nicht in der vollkommensten Verbindung ist, kann zu einem festen Steinblock nicht umgeschaffen werden. Man muß daher hierzu zuverlässige Leute anstellen, wenn man ihnen auch etwas mehr bezahlt.

So vorbereitet hat die Masse das Ansehen eines durchaus nicht zusammenhängenden Sandes, der erst aus der Erde gegraben ist, nur die Finger, mit welchen man ihn berührt, verrathen nach dem Trocknen durch ihre Weiße, daß er Kalk enthält; am wenigsten trauet man ihm zu, daß er nach dem Trocknen solche Festigkeit annehmen kann.

3) Die Verarbeitung. Das Fundament wird von Feldsteinen aufgeführt und wagerecht abgeglichen, an trockenen Orten wird es auch gleich von unten auf von Masse gestampft. Hier ist es besonders am Ort, Feldsteine, wie man sie zum Pflastern gebraucht, wenn man sie haben kann, groß und klein mit einzustampfen. Hat man Gelegenheit, Dachsteinstücke, oder andere gut gebrannte Ziegelstücke, sich fein mahlen zu lassen, so vermengt man ungefähr den vierten Theil so viel, wie man Kalk gebraucht, gleich im Anfange mit demselben, wenn man ihn mit feinem Sande versetzt. Die Masse erhält dadurch die Eigenschaft, im Feuchten schneller zu verhärten. Wird das Fundament von Feldsteinen aufgeführt, was man bei Stallgebäuden gern thut, so legt man entweder durch eine Schicht Mauersteine von 8^{zm} Höhe die Mauerstärke darauf an, damit die Form daran einen festen Anschlag bekommt, oder man legt von Mauersteinen nur da die

Mauerstärke 15 zm oder einen Mauerstein breit an, wo die Riegel zu liegen kommen; so hat die Form hinlänglichen Abschlag und der Raum von einem Ringel zum andern wird mit Masse ausgestampft.

So vorbereitet werden die Formen auf das Fundament aufgesetzt, durch Bleiloth und Setzwage gerade gerichtet und befestigt.

Dann wird die Masse 8—10 zm hoch in die Form geschüttet und so lange festgestampft, bis der Stampfer keine sehr bemerkbaren Eindrücke darin macht; hierauf wird wieder eine Lage von 8—10 zm Höhe aufgeschüttet, festgestampft und immer eine andere Lage erst wieder eingeschüttet, wenn die vorhergehende festgestampft ist, wobei die Stampfer im Anfange einigemal mit der Setzwage untersuchen, ob die Form noch gerade steht.

Hat man die erste Form vollgestampft und die zweite beinahe voll, so wird die erste abgenommen und hinter der zweiten aufgesetzt, dann diese vollgestampft und abgenommen, weiter gerückt, und so abwechselnd fortgefahren, bis ein Umgang fertig ist. Worauf der zweite in derselben Art bewirkt wird u. s. w., bis man mit allen Umgängen die erforderliche Höhe erreicht hat.

Es ist nicht nöthig, die Ecken des Gebäudes und die Ecken der Oeffnungen von gebrannten Mauersteinen in Kalk aufzumauern; ebenso braucht man die Oeffnungen der Thüren und Fenster nicht mit Mauersteinen einzuwölben. Es können vielmehr alle Ecken des Gebäudes und die kleineren Wölbungen von Oeffnungen ohne Gefahr aus Kalk=Sand=Masse gestampft werden. Die hölzernen Zargen für Thüren und Fenster, welche der Lehmpisébau erfordert, sind hierbei ebenfalls nicht nothwendig; bei großen Thorwegen jedoch würden Zargen zur Einhängung der Thorflügel angewendet werden, damit, wenn der Sturm dieselben zuwürfe, das Mauerwerk nicht litte, zumal eine Reparatur desselben niemals gut hergestellt werden kann.

Wenn man die Form abgenommen hat, wird man ein Mauerstück erblicken, glatt und eben wie die Formbretter sind. Die Masse hat aber noch wenig Zusammenhang. Bei der geringsten Berührung zerfällt sie, wie vorher, ehe man sie eingestampft hatte. Man sorge daher dafür, daß man sie vor der Erhärtung so wenig wie möglich berühre. Besonders aber lasse man den zweiten Umgang nicht vor den zweiten Tage aufstampfen, indem es nachtheilig ist, sie während der Erhärtung zu erschüttern. Diese ist indessen am zweiten Tage nachher so weit vorgeschritten, daß dann keine Gefahr mehr dabei ist, den zweiten Umgang anzufangen.

Die frischen Umgänge werden, wenn Regen zu befürchten steht, durch bereit gehaltene Bretter bedeckt; man legt hin und wieder einen Mauerstein oder ein Stück Holz unter die Bretter, damit die Luft darunter wegstreichen kann und die Mauern trocknen und fest werden können.

Auch darf man bei Regenwetter nicht stampfen lassen; die Masse wird schlammig, der Kalk ausgewaschen und der Sand verliert seinen Zusammenhang, wenn es stark in die Form hinein regnet.

Ein seitwärts gegen die Mauer fallender Regen hat dagegen selbst am ersten Tage wenig Einfluß darauf; sind die Umgänge aber erst zwei Tage alt, so wird ihnen der stärkste Regen nichts anhaben können.

Die aus dieser Masse verfertigten Steine setzte Herr Prochnow, nachdem sie etwas erhärtet waren, absichtlich dem Regenwasser aus, und es schien ihm sogar, daß sie fester wurden, wenn durch solches Anfeuchten ihre Erhärtung etwas aufgehalten wurde.

Von der Masse muß nie mehr bereitet werden, als man an einem Tage verbraucht; höchstens lasse man des Abends so viel in Vorrath stehen, wie am andern Tage die Stampfer bis dahin benöthigt sind, bis wieder eine frische Portion bereitet ist. Diesen Vorrath muß man aber bedeckt zurücklassen, und ihn sowohl vor dem Austrocknen, wie vor dem Regen sicher stellen.

Angefeuchtet darf die Masse niemals werden, es ist sogar oft nachtheilig, wenn man vom Regen sehr durchnäßten Sand zur Bereitung derselben anwenden muß. Der Stampfer dringt in solche Masse zwar ein, aber rings herum hebt sie sich wie ein elastisches Kissen. In diesem Falle helfen trockene bereit gehaltene (schwach gebrannte) Ziegelbrocken aus der Noth, die lagenweise mit eingestampft wurden.

Blockzargen werden gleich mit eingestampft. Oeffnungen zu Fenstern, die auf massive Art eingesetzt werden sollen, bezeichnet man da, wo sie hintreffen, durch lothrechte Kreidestriche an den inneren Seiten der Form, und setzt diesen Raum dicht mit gebrannten Steinen aus; gegen diese wird die Masse dann gegengestampft. Sind die Oeffnungen bis zur erforderlichen Höhe gestiegen, so bildet man auf diese aufgepackten Ziegel den Boden ebenfalls von solchen Ziegelsteinen, gleicht ihre Abtreppung mit feinem Sande aus, belegt sie dicht mit Schaalbrettern und stampft die Masse darauf fest. Nach ungefähr acht Tagen, wenn die Masse einigermaßen erhärtet ist, werden die

eingesetzten Steine weggenommen, und die Fensteröffnung ist wie aus einem Stück ausgehauen vorhanden.

Ein Abputz ist für die Kalk-Sand-Mauern durchaus überflüssig. Die durch das Aufsetzen der Formen entstandenen Löcher und Oeffnungen werden zugemauert und nachdem die äußeren Flächen der Mauern einigermaßen angetrocknet sind, reibt man sie mit einem gewöhnlichen Reibebrett (wie bei Kalkputz) eben. Die Mauern werden später abgeweißt (übertüncht), jedoch ist es nicht gut, das Ueberweißen zu früh vorzunehmen, weil dadurch das Austrocknen der Mauern verhindert wird.

4) Was die Kosten betrifft, so stellen sich dieselben geringer als Fachwerk mit ausgeklebten Fächern, geringer als Mauern von Luftsteinen, folglich viel billiger als Gebäude von gebrannten Mauersteinen, namentlich wenn man die Anfuhr des Sandes nicht zu rechnen braucht.

Was die Mauerstärken anlangt, so wird man dieselben, wenn man sicher gehen will, nie geringer nehmen, als für Ziegelmauerwerk angegeben wurde. Man macht sie bis zu 3^m Höhe etwa $1/8$ der Höhe stark; für jeden Meter, um welchen die Mauer höher als 3^m wird, setzt man der Stärke 4^{zm} zu.

Man kann auch Steine aus Kalk-Sand-Masse stampfen lassen. Dieselben sind je größer desto vortheilhafter; im Uebrigen kommt ihre Anfertigung mit den aus Lehm gestampften überein. Nur zu Feuerungsanlagen können sie nicht gebraucht werden. Das Stampfen der Mauern in Masse ist jedoch jedenfalls vortheilhafter, als das Anfertigen einzelner Steine, weil diese nach ihrer Anfertigung doch noch vermauert werden müssen. Kalksandsteine werden am Besten am Verbrauchsorte gefertigt. Weitern Transport sowie das Hin- und Herwerfen vertragen sie erst nach monatelanger Erhärtung.

Diese Bauart wird an Orten, wo es an Steinen oder Ziegeln fehlt oder wo diese zu theuer sind, wegen ihrer Trockenheit und großen Billigkeit vielfach selbst zum Bau von zweistöckigen Wohngebäuden angewendet und eignet sich besonders zu Hof- und Gartenmauern statt der kostspieligen, feuergefährlichen hölzernen Bewährungen.

Die Vortheile, welche Mauern aus Sandkalk gegen Lehmpisé-Mauern gewähren, sind vorzugsweise die, daß sie eine haltbare äußere Oberfläche gegen das Wetter bieten, daß sie von Mäusen nicht durchwühlt und mit Sicherheit zu zweistöckigen Gebäuden angewendet werden können, daß sie mit der Zeit fester werden und

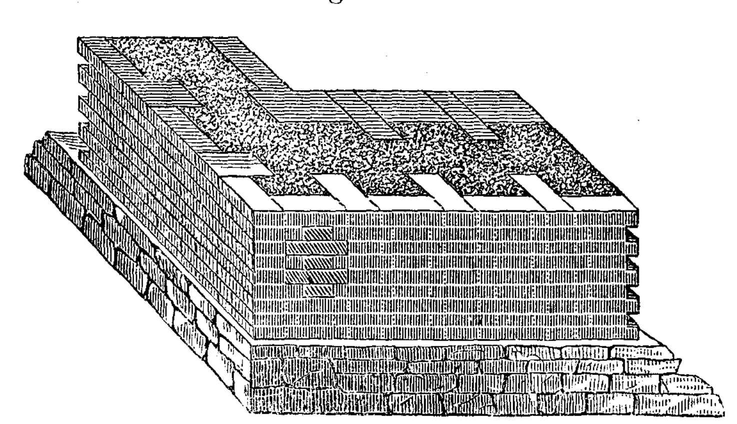
anfangs schon ein mäßig schweres Dach mit Sicherheit tragen können.

Da die scharfen Ecken beim Abnehmen der Kästen leiden, so empfiehlt Herr Engel, dieselben abzustumpfen und dazu ein dreieckiges Holz in den Ecken einzulegen. Fenster und Thürzargen werden gleich mit eingestampft. Kommen an einem Gebäude jedoch wenige Oeffnungen vor, so wird es immer zu empfehlen sein, dieselben mit Ziegeln anzulegen, die schichtenweise mit eingestampft werden.

Vielfach führt man auch nach Fig. 151 die Wandungen aus Backsteinen im polnischen Verbande auf und stampft Kalksand oder Lehm dazwischen.

Gewölbe aus Stampfmörtel werden später erwähnt werden.

Fig. 151.



§. 33. Mauern von Gußwerk.

Hierher gehört zuerst das Mauerwerk aus Béton bestehend, dann die Gewölbe aus Gußwerk, welche weiter unten folgen werden, endlich die Mauern ganzer Gebäude von Gußwerk, wie sie zuerst in Schweden ausgeführt wurden.

Will man ein Haus mittelst Gußmauerwerk herstellen, so mauert man ein Fundament nach derselben Weise wie bei jedem andern massiven Gebäude. Sodann muß man den für das Haus erforderlichen Holzbau errichten. Man nimmt hierzu 10^{zm} starke Pfosten (Stiele), welche stumpf (ohne Schwelle) auf das gemauerte Fundament gestellt und oben mit einem Rähm (Platte, Holm) verbunden sind. Diese Stiele werden so aufgestellt, daß sie nach vollendetem Guß mitten in die Mauern zu stehen kommen. Auf das Rähm legt man die Dachbalken. An die senkrechten Stiele befestigt man oben und unten kleine Holzklötze mit Nägeln, so daß diese Klötze mit den Stielen zusammen

die Stärke der Mauern ausmachen. Sollte z. B. eine Mauer 65 zm dick werden, so müssen Stiele und Klötze zusammen 70 zm stark sein, da nämlich noch 5 zm davon für die Stärke der Schaalungsbretter verbleiben müssen. Die senkrechten Stiele stelle man in Entfernung von 2 m, und wo ein Fenster oder eine Thür hintrifft, mindestens 30 zm von der lichten Oeffnung ab in das Mauerwerk. Alsdann nagle man senkrecht an die Klötze der Stiele Bretter, und gegen diese senkrechten Bretter nagle man auf ihrer innern Seite (nach der Mauer zu) wagerechte gesäumte Bretter, eines auf das andere, aber nicht alle auf einmal, sondern auf jeder Seite der Mauer zuvörderst ein oder zwei Bretter hoch, zwischen welchen der Guß beginnt und welches dann die unterste Gußschicht ausmacht. Ist diese vollendet, so stellt man wieder wagerechte Bretter auf die unteren und gießt die zweite Schicht u. s. w., bis man die Höhe eines Stockwerks erreicht hat. Hat man die Mauerspeise, welche die Dicke eines dicken Breies hat, zwischen die Bretter gegossen, so packt man kleine Steine, Ziegelbrocken u. dergl. in den Guß, wodurch viel Mörtel erspart wird.

Die mit der Mauer gleich breiten Thür- und Fensterrähme, aus ungefähr 5 zm dicken Bohlen, paßt man während des Fortschrittes der Arbeit ein und befestigt sie mit angenagelten Brettern an die senkrechten Bretter vor den Stielen. Nachdem das Mauerwerk 3 bis 4 Wochen getrocknet und sich von den Brettern etwas losgelöst hat, werden zuerst mit Behutsamkeit die senkrechten Bretter abgenommen, dann die wagerechten ebenfalls entfernt, und die gegossenen Mauern stehen fertig da.

Man kann das Dach entweder vor Anfang des Gusses, oder auch nachher eindecken, der Erfinder stimmt für Letzteres. Im letzteren Falle muß man aber die Gußmauern durch darauf gelegte Bretter gegen Regengüsse schützen.

Das Verhältniß des Sandes zum Kalk ist je nach der Beschaffenheit derselben verschieden und besonders von der Güte des Kalkes abhängig. In Schweden wandte man auf 1 Theil Kalk 4 bis 5 Theile Sand und $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Theile Wasser an; jedoch ist der schwedische Kalk magerer, weniger ergiebig und mehr hydraulischer Natur als z. B. der fette Rüdersdorfer Steinkalk, welcher recht gut 8 Theile Sand verträgt.

Die senkrechten Stiele, so wie das darauf liegende Rahmstück, welche das Gebälk tragen, bleiben nach vollendetem Guß in dem Mauerwerk stehen. Man braucht nicht zu fürchten, daß die Festigkeit

des Mauerwerks leide, wenn dieses Holzwerk mit der Zeit endlich verfault, denn es entstehen dann nur leere Räume, welche überall von einer festen Steinmasse umgeben sind.

Man hat auch zweistöckige Gebäude der Art ausgeführt. In diesem Falle werden die senkrechten Stiele des zweiten Stockwerkes auf das Rahmstück des ersten aufgestellt, aber so, daß sie nicht auf die Stockwerksbalken treffen, sondern neben dieselben; im Uebrigen bleibt das Verfahren ganz dasselbe.

Sind die Mauern vollendet, so werden sie berappt oder auch gewöhnlich abgeputzt. Der Putz haftet hierauf natürlich besser als auf gewöhnlichem Pisé (aus Lehm und Boden).

Meeressand, sowie Wasser, welches Salztheile enthält, dürfen nicht zur Bereitung des Mörtels verwendet werden, da sonst die Mauern feucht bleiben.

Nach den darüber aufgestellten Berechnungen kostete der Kubikmeter Mauersteinmauer das Dreifache von dem, was ein Kubikmeter Gußwerk gekostet hat, wenn nämlich auch Sand und Fuhren bezahlt werden. Rechnet sich der Landmann diese, wie gewöhnlich, nicht, so sind diese Baarauslagen verhältnißmäßig noch viel geringer.

Noch günstiger werden sich im Allgemeinen die Kosten bei dem im vorigen Paragraphen beschriebenen Kalksand-Stampfbau nach der Prochnow'schen und Engel'schen Methode stellen, weil bei dieser die Balken unmittelbar auf die Mauern zu liegen kommen, wodurch die Kosten für die Stiele und Rähme wegfallen und zugleich das Verfaulen derselben vermieden wird.

Die wachsenden Kosten der Ziegelsteine haben zu mancherlei neuen Versuchen und Erfindungen auf dem Gebiete des Bétonbaues geführt und werden wir daher die neuerdings angewandten Methoden noch nachfolgend angeben.

Zunächst geben wir eine Uebersicht der verschiedenen Mischungsverhältnisse des Bétons.

1) 1 Theil Cement, 7 Theile Mauersand und 6 Theile Abfälle von Bruchsteinen als Packung, also Mischungsverhältniß 1 : 13.

2) 1 Theil Cement, 7 Theile Kohlenasche ohne Packung, Mischungsverhältniß 1 : 11.

3) 1 Theil Cement, 7 Theile feingesiebte Schlacke und 4 Theile gröbere Schlacke als Packung. Mischungsverhältniß 1 : 11.

4) 1 Theil Cement, 7 Theile Kies ohne Packung. Mischungsverhältniß 1 : 7.

5) 1 Theil Cement, 8 Theile Steinbrocken und 4 Theile gröbere Steine als Packung. Mischungsverhältniß 1 : 12.

Bei größeren Bauten empfiehlt es sich, das Mischen durch eine Mengemaschine vorzunehmen, da die Masse dadurch gleichmäßiger wird und die Kosten gegen Handarbeit billiger sind. Bei kleinen Bauten erfolgt die Mischung auf einem Brette, das 6^m lang, 4^m breit ist und aus 3 Theilen von je 2^m Länge besteht, von denen die mittlere auf beiden Seiten um 0,6—1^m vorragt. Auf dieses Brett wird ein Maßgefäß gestellt, welches nur 4 Seiten hat und unten und oben offen ist. In dieses Gefäß wird das zu mengende Material in den bestimmten Mischungsverhältnissen eingefüllt, dann das Gefäß abgehoben und gewöhnlich durch 3 Arbeiter die Mischung selbst vorgenommen. Hierbei wird das Material zweimal in trockenem Zustande mittelst Krücken über das Mischbrett gezogen und vermengt, dann mit einer grobbrausigen Kanne begossen und abermals gemischt. Die Mischung soll unmittelbar nach der Verarbeitung verwendet werden und der verwandte Kies oder Sand nicht über 1^{zm} haben; gröberes Material soll nicht mit Cement gemischt, sondern als Packung verwendet werden.

Die Ausführung der Bauten selbst und die Aufführung der Wände aus Cement geschieht in ähnlicher Weise wie bei dem Pisé- oder Kalksandbau, und besteht die in Anwendung kommende Form aus zwei Holztafeln von etwa 60^{zm} Höhe, die durch Klammern in der nöthigen Distanz auseinander gehalten werden. Man hat jedoch neuerdings mit großem Vortheile Formtafeln und alle andern Bestandtheile aus Schmiedeeisen verwendet. Es werden diese Formtafeln von Gebrüder Drake in London angefertigt. Mittels dieser eisernen Apparate, die gestatten, die Form für die herzustellende Mauer schnell und präzis aufzustellen, wird es möglich, die Formtafeln in ganz genau verticale und zu einander parallele Lagen zu bringen und während des Einschüttens der Bétonmasse darin zu erhalten.

Das Einschütten selbst erfolgt schichtenweise und werden die eisernen Formplatten, wenn das zwischen sie geschüttete Concret hinreichende Festigkeit erlangt hat, an vertical aufgestellten Ständern hinaufgeschoben und in dieser Lage durch Schrauben festgehalten, wodurch neuerdings ein Raum von 60^{zm} Höhe zur Aufnahme einer neuen Concretschicht gebildet wird.

Für die Bildung der Ecken eines Bauwerkes sind die von Drake construirten Apparate in der That vorzüglich, während bei Anwen-

dung von hölzernen Eckformen die genau verticale Herstellung der Kanten des Hauses, sowie überhaupt die Bildung einer vollkommenen Wandfläche große Schwierigkeiten bieten.

Ein fernerer Vorzug der eisernen Apparate ist der Umstand, daß mittels zwei übereinander liegenden und durch einen Mechanismus verschiebbarer Formplatten dieselben beliebig verlängert und so Mauern von beliebiger Länge gebildet werden können, während Formen von Brettern zuvor geschnitten und vorgerichtet werden müssen.

Rauchzüge und Schläuche werden mittelst eiserner Einsetzrohre in den Mauern gebildet, welche Kernformen durch Anziehen eines Hebels verengt und so leicht aus der Mauer herausgenommen und wieder eingesetzt werden können. Fenster- und Thüröffnungen werden ebenfalls durch einsetzbare Formen, die mit den Formplatten fest und genau verbindbar sind, hergestellt.

Man kann in den meisten Fällen die Stärke dieser Mauern geringer machen als solche aus Ziegelsteinen. Sie würden bei einem Complexe von einstöckigen Arbeiterhäusern in einer gleichmäßigen Stärke von 34^{zm} ausgeführt. Bei einem vierstöckigen Hause, das ganz aus Concret gebaut wurde, sind die Mauern unten 48^{zm} stark und nehmen auf 34 und 24^{zm} ab.

§. 34. Lehmsteinmauern.

Sie gehören zu den ältesten, denn fast alle Völker des Alterthums bedienten sich ihrer. Die kleineren Lehmsteine, wie die bei uns jetzt üblichen (Luftsteine, Kluthen), und die sogenannten Lehmpatzen sind an und für sich zu klein und leicht, als daß man daraus Mauern ohne Mörtel bilden könnte. Zu diesem Mörtel ist wieder mit weichem Wasser verdünnter, fetter Lehm das tauglichste Material; mit diesem werden alle Lehmsteine vermauert. Kalk unter den Lehmmörtel zu mischen, oder gar Kalkmörtel zum Vermauern der Lehmsteine zu nehmen, wäre nichts weiter als reine Verschwendung. Da sich Kalk mit Lehm nicht verbindet, so würde nicht einmal eine größere, sondern sogar eine geringere Festigkeit entstehen, wenn man Lehmsteine mit Kalkmörtel vermauern wollte. Sand wird unter den Lehmmörtel nicht genommen, da der Lehm als Mörtel nicht fett genug sein kann. Ein guter Verband ist bei Mauern von Lehmsteinen ein eben so wesentliches Erforderniß, als bei jedem andern Mauerwerk.

Man gebraucht (blos einer übelverstandenen Sparsamkeit wegen) den Lehmmörtel auch zu Mauern von Steinen und Ziegeln, jedoch

ist zu erwähnen, daß hieraus nur eine sehr schwache Verbindung entsteht, auch besonders an feuchten Orten, wie bei Kellern 2c., die Mauern nie trocknen, und überdies der Lehmmörtel, besonders zu Fundamentmauern verbraucht, häufig Ursache zur Entstehung und Fortpflanzung des verwüstenden Holzschwammes giebt, und ist es besser, Kalkmörtel aus 1 Theil Kalk und 6—8 Theilen Sand zu nehmen.

Nur bei Feuerungsanlagen ist der Lehm als Mörtel der gebrannten Mauersteine zu verwenden.

Ebenso muß man sich hüten zum Anmachen des Lehmmörtels salziges Wasser zu nehmen, weil sonst die Lehmmauern nie trocknen. Ueberdies dringen die wässerigen Dünste der Atmosphäre leichter in Lehmmauern ein, weshalb sie wenigstens durch Abweißen mit Kalk gegen diese Einwirkung geschützt werden müssen.

Gerammte und in Formen gestampfte Lehmsteine, Erdquadern bedürfen wegen ihrer Größe und Schwere keines Mörtels. Sie werden nur in gehörigem Verbande auf einander geschichtet und bei ihrem Aufsetzen mit Wasser angenetzt, wodurch sie sich fest aneinander schmiegen.

Die Anwendung der Lehmsteine würde demnach unter folgenden Umständen stattfinden können. Sie müssen durchaus nur an trockenen Orten verbraucht werden; also niemals zu Fundamenten, sondern nur in den oberen Stockwerken. Aber auch hier müssen die untersten vier Schichten (auf etwa $^1/_3{}^m$ Höhe) aus festem Gestein, in Kalkmörtel gemauert, bestehen, damit die vom Fußboden ausgehende Feuchtigkeit, wie in Ställen, und bei dem Scheuern der Fußböden in Wohngebäuden 2c., die Lehmmauern von unten her nicht aufweiche. Aus ähnlichem Grunde muß jede Lehmmauer von oben her durch das Dach, und von der Seite im Aeußern durch schützenden Bewurf gesichert werden.

Es wäre ebenfalls sehr wünschenswerth, wenn Lehmmauern während der Zeit, wo daran gearbeitet wird, durch ein sogenanntes Nothdach geschützt werden könnten, da es häufig vorkommt, daß frische Lehmmauern durch Gewitterregen, oder durch anhaltendes Regenwasser ganz oder theilweise zerstört werden, oder doch wenigstens so stark durchnässen (selbst wenn man sie oberhalb mit Brettern belegt), daß sie alsdann schwer austrocknen und wohl Risse bekommen. Diese Eigenschaften erschweren ihre Anwendung.

Ganz trockene Lehmsteine sind ein Haupterforderniß jeder

Lehmsteinmauer (§. 10). Da ferner die Lehmsteine leichter sind als Ziegel- und Bruchsteine, so pflegt man sie zur Ausmauerung der Fachwände in den oberen Stockwerken und in den Dachräumen besonders zu verwenden, weil dadurch die Last geringer wird. Eben so sind sie zu allen inneren Mauern und Wänden brauchbar. Die Mauern von Lehmsteinen sind warm und trocken (wenn die Steine selbst trocken waren und die Mauern an trockenen Orten stehen), sie sind vollkommen feuersicher und werden im Gegentheil bei einem Brande noch fester. Ungeziefer, wie Spinnen, Kellerwürmer ꝛc., hält sich in Lehmmauern gern auf, besonders wenn die Räume nicht recht trocken gehalten werden; auch wühlen Mäuse und Ratten sie leichter durch als durch Stein- und Ziegelmauern.

Was von der Stärke der Mauern (§. 29) gesagt wurde, gilt auch bei Lehmsteinmauern.

Es würde unzweckmäßig sein, auf eine Mauer von Lehmsteinen eine von besserem Material, z. B. von Ziegeln, zu setzen.

Lehmsteinmauern durch Lehmmörtel verbunden setzen sich mehr, als Ziegel- und Steinmauern in Kalk gemauert.

Man pflegt der Ersparung wegen zuweilen die Umfassungsmauern von Lehmsteinen zu machen und dieselben gegen die Witterung nach außen mit Ziegeln (gebrannten Mauersteinen) zu verblenden. Sind die Häuser nur niedrig, so geht dies Verfahren an, sind sie aber mehr als ein Stockwerk hoch, so entsteht dadurch ein sehr ungleiches Setzen der Mauern, indem die Lehmsteine sich mehr zusammendrücken als die Mauersteine. Man kann daher dies Verfahren nur mit Sicherheit bei einstöckigen Gebäuden bis zu einer Stockwerkshöhe von 4^m anwenden.

Baut man das Gebäude von Lehmsteinen, aber mit Mauersteinen verblendet, so müssen alle Ecken der Umfassungsmauern doch von Ziegeln aufgeführt werden, eben so alle Ecken der Thorwege, Thüren und Fenster und auch alle Ueberwölbungen derselben, so daß, wenn viele Oeffnungen vorhanden sind, die beabsichtigte Ersparung nicht groß wird.

Werden Lehmsteinmauern mit Ziegeln verblendet aufgeführt, so mauert man auch die Mauersteine mit Lehmmörtel; theils wegen des gleichmäßigeren Setzens, theils weil es wohlfeiler wird. Es muß aber alsdann nach außen hin mit hohlen Fugen gemauert werden, weil sonst der Kalkbewurf an den Lehmfugen nicht haften würde.

Da die Lehmsteine weich sind, taugen sie nicht zur Anlage von Rauchröhren, indem der Ruß sich sehr fest darin setzt, sie auch durch

das Fegen mit Besen und Bürsten mit der Zeit ganz dünn gescheuert werden.

Dagegen nimmt man lieber Lehmmörtel zu Feuerungsanlagen als Kalkmörtel, weil der Lehmmörtel dem Feuer widersteht, der Kalkmörtel aber durchbrennt und seine Bindekraft verliert.

In Neu-Vorpommern sind von früher her sehr weite Schornsteine üblich, welche in den Städten und auf dem Lande besonders zum Räuchern des Fleisches und auch der Fische deswegen so weit gemacht wurden, weil dadurch der Rauch kühler ist und auch kühler in die Räucherkammern tritt, wo welche vorhanden sind. Man hat sie bis jetzt stets von Lehmsteinen (Kluthen) angefertigt, was auch anging, da sie eben wegen ihrer Weite selten gefegt zu werden brauchen. Aber sie taugen doch nichts, denn bei milden Wintern schlagen sich bei den häufigen Nebeln eine Menge Wasserdämpfe in denselben nieder, welche den Ruß durchdringen, die Steine endlich erweichen und die Schornsteine zum Sinken und Einsturz bringen. So stürzten in der Stadt Greifswald während eines solchen milden Winters 13 Küchenschornsteine zusammen. Auch die Rauchmäntel (Küchenschurze) werden bei geringen Gebäuden von Lehmsteinen gemacht, nur müssen alsdann die darauf ruhenden Schornsteinröhren ebenfalls von Lehmsteinen sein, weil sie sonst zu schwer werden.

Zu erwähnen sind bei den Lehmmauern noch die sogenannten Wellerwände, welche in einigen Gegenden, besonders im Mecklenburgischen, zu ländlichen Gebäuden verwendet werden.

Die Wellerwände bestehen aus erweichtem Lehm, mit langem Stroh vermischt und lagenweise übereinander gelegt, mit der Hand oder auch mit Schlägeln gedichtet. Auch werden Zöpfe 50—60 zm lang, 15 zm stark (von Stroh) verbandmäßig über einander gelegt und mit Lehm übertragen. Gewöhnlich legt man hierbei die Zöpfe in diagonaler Richtung und dann entgegengesetzt über einander. Diese Art ist vorzuziehen. Auch wird die Masse zwischen Bretterverschläge geworfen und nach Art der Pisémauern geschlagen. Das Errichten der Wellerwände geschieht auf Feldsteinfundamenten. Pisémauern sind ihnen jedoch wegen größerer Festigkeit und wegen des schnelleren Austrocknens vorzuziehen; überdies kosten die Wellerwände viel Stroh, was besser zu benutzen ist, sie sehen schlecht aus und sind wegen des Strohes sehr den Mäusen und Ratten ausgesetzt. Ueberhaupt sieht man aus dem ganzen Verfahren, daß es selbst bei den untergeordnetsten ländlichen Zwecken besser ist, ein anderes Mauer-

werk zu fertigen, als eben Wellerwand. Bedeutend vorzuziehen sind die sogenannten Lehmpatzen, Steine 30 zm lang, 14 zm breit und 15 zm hoch, welche aus einer Mengung von Lehm, Stroh und Flachs bestehen. Zu 100 Stück Lehmpatzen gehören 24 Fuhren Lehm, 10 Bund Stroh und 4 Scheffel Flachs. Der Hauptvortheil der Lehmpatzen, den Luftziegeln gegenüber, ist der, daß sie größer sind, und die Herstellung des Mauerwerks dadurch viel schneller geht.

§. 35. Mauern von gebrannten Mauersteinen (Ziegeln).

Sie sind ebenfalls im frühesten Alterthume gefertigt worden, denn schon Aegypter und Babylonier bauten mit gebrannten Mauersteinen. Die Aufführung der Ziegelmauern bedingt ebenfalls wieder einen guten Verband der einzelnen Steine und irgend einen passenden Mörtel. Wir haben bereits die Verbindungsmaterialien kennen gelernt, und erwähnen nur noch, daß man sich bei den Babyloniern auch des Erdpechs (Asphalts) als Mörtel bediente. Der Asphalt wurde geschmolzen und die Steine darin mit Zusatz von Sand vermauert (wie mit Kalk). Es ist dieser Mörtel allerdings der vorzüglichste, wie neuere Versuche gezeigt haben, denn

1) ist er augenblicklich trocken, bringt also gar keine Feuchtigkeit in die Mauer, die Mauer selbst ist also, wenn die Steine nicht zufällig feucht wurden, ebenfalls von vorn herein trocken, braucht also nicht erst auszutrocknen, was oft bei Weiterführung des Baues einen lästigen Aufenthalt giebt;

2) die Vereinigung der einzelnen Steine zu einer festen Mauermasse geschieht, sobald man sie in den Asphaltmörtel gelegt hat. Man braucht also gar nicht, wie bei fettem Kalkmörtel, lange zu warten, bis die vollkommene Verbindung des Mörtels mit den Steinen stattgefunden hat, welches bei fettem Kalkmörtel und starken Mauern zuweilen erst nach Jahrhunderten und an feuchten Orten oftmals gar nicht stattfindet.

3) Asphalt als Mörtel gebraucht widersteht aller Nässe, sowohl unter als über dem Wasser, und nur eine einzige Rücksicht ist dabei zu beobachten: er darf nicht unmittelbar der Sonne ausgesetzt sein, weil er sonst bei großer Hitze schmilzt und, in dicken Lagen angewendet, ein Rutschen der Mauern veranlaßt, wenn diese einen Seitenschub auszuhalten haben. Erfahrungen haben gelehrt, daß der natürliche Asphalt bei 40° Reaumur, der aus Steinkohlentheer künstlich bereitete schon bei 28° schmolz. Die Schmelzbarkeit läßt sich aber

auch durch Zusatz von Sand und Harz ꝛc. sehr verringern. Man würde demnach gut thun, wo der Asphalt in den Fugen zu Tage kommt, ihn mit Kalk zu überstreichen, weil dadurch die Einwirkung der Sonne vermindert wird. An schattigen Orten, im Innern der Gebäude bei Pflasterungen angewendet, und überhaupt, wo er von Wärme nichts zu leiden hat, bleibt er hart wie Stein.

Der sechsmal höhere Preis des Asphalts gegen den Kalk läßt jedoch dessen Anwendung nur selten zu.

Die Vorzüge bei Anwendung der Ziegel zum Mauerwerk bestehen darin, daß wegen der Regelmäßigkeit der einzelnen Steine ein guter Verband und somit festes Mauerwerk erzielt werden kann; daß ferner eben so gesunde als warme Wohnungen erhalten werden, wenn die Mauern hinlänglich stark sind, und daß die Ziegel sowohl zu Hochbauten wie auch zu Wasserbauten und weiten Gewölben verwandt werden können. Die Ziegel sind ferner bequem bei der Ausführung zu handhaben und gestatten nicht allein eine bequeme und sichere Ausführung des Mauerwerks, der Ecken und Ueberwölbungen, sondern auch, (weil man dem ungebrannten Stein leicht jede beliebige Form geben kann) eine künstlerische Anordnung und eignen sich bei sorgfältiger Ausführung selbst zu Prachtbauten. Ihre Dauer steht unzweifelhaft fest, da Gebäude von Ziegeln, die viele Jahrhunderte gestanden haben, in norddeutschen Städten eine ganz gewöhnliche Erscheinung sind. Was die den Mauern zu gebende Stärke betrifft, so ist bereits (§. 28) das Nöthige darüber gesagt worden.

Die Ausführung der Ziegelmauern sowie der Mauern überhaupt geschieht folgendermaßen.

Bei dem Beginn eines Mauerwerkes werden die sogenannten Maaßlatten gefertigt. Hierunter versteht man geschnittene dünne, möglichst gerade zusammengestoßene Dachlatten, welche von Front zu Front reichen müssen und auf welche man aus der vorhandenen Bauzeichnung alle Längenmaaße der Pfeiler, Vorsprünge, Ecken, Thür- und Fensteröffnungen jedes Stockwerks aufträgt und durch verschiedene beliebige Zeichen bezeichnet, damit man bei Anlegung der Maaßlatten (im Aeußern und Innern) genau wisse, wo jede Unterbrechung des geraden Mauerwerks aufhöre. Ebenso werden einige Latten gefertigt, auf welchen die Höhe der Schichten mit der Mörtelfuge, ferner die Brüstungs- und Stockwerkshöhen aufgetragen sind. Diese Schichtmaaße werden von Zeit zu Zeit an die Ecken gehalten, damit die

Maurer an den Ecken gleiche Fugen geben, und so möglichst wagerechte Schichten erhalten werden.

An die Ecken des Gebäudes werden die gewandtesten und im Allgemeinen besten Maurer gestellt. Da namentlich in der Vorderfront die Mitten der Oeffnungen häufig in gleichen Abständen liegen, so haben die übrigen Maurer meistens gleiche Arbeit. Die äußern Ecken werden zunächst im rechten Winkel und sorgfältig abgelothet einige Schichten hoch angelegt und nachdem dies geschehen, werden an jeden Pfeiler zwei oder, wenn über Hand gemauert werden soll, ein Maurer angestellt. Die Maurer der Ecken schlagen zwei Nägel in eine Fuge der angrenzenden Front oder des Giebels, um den Nagel wird eine Schnur geschlungen, dann von dem Maurer der andern Ecke angezogen und um den andern Nagel geschlungen. Da die Nägel gewöhnlich in die Stoßfugen geschlagen werden, so unterstützt man die Schnur so durch einen Nagel oder eine Klemme (geschnitzten Holzspan), daß sie die Oberkante der Schicht angiebt, welche durchgesetzt werden soll. Ist dies geschehen, oder hat der etwa säumige Maurer (durch den Ruf: „Schnur hoch," zu rascherem Arbeiten angetrieben) die Schicht im Allgemeinen fertig gesetzt, so wird die Schnur für die folgende Schicht gezogen. Bei Mauern aus regelmäßigen (parallelepipedisch) bearbeitenden größeren Werksteinen (Schnittsteinen), deren Höhe oft nicht ganz gleich ist, die aber gerade in die Länge passen, kommen die Oberkanten der Steine nicht genau nach der Schnur zu liegen; alsdann wird, nachdem die Schicht vollständig gemauert ist, die wagerechte Linie mit der Waglatte und mit Schiefer oder Blaustift auf den Steinen angezeichnet und die Steine werden danach gearbeitet. Bei kleinen Steinen darf man hingegen nicht so verfahren, weil dieselben dadurch losgerüttelt werden, und muß man daher solche Steine trocken, das heißt ohne Mörtel einpassen und auf dem Gerüste nacharbeiten, um jede unnütze Zerrüttelung der Mauer möglichst zu vermeiden, auch sollte man das viele, sogenannte Abwiegen möglichst umgehen, und mehr nach Schichtlatten, die man auf abgewogene Gesimse aufstellt, und dann nach der Schnur arbeiten. Bei Mauern aus unregelmäßigen Steinen wird oft nur von Zeit zu Zeit, etwa alle 1—$1^1/_2{}^m$ wagerecht abgeglichen; im Uebrigen dient die Schnur nur um die Fluchtlinie anzuzeigen. Wenn die Flucht sehr lang ist, so läßt sich die Schnur nicht wagerecht genug ziehen und muß dann bei Ziegelmauerwerk in der Mitte noch durch Klemmen unterstützt werden. Ob die Schnur ganz gerade liegt, erkennt man,

indem man von einer Ecke des Gebäudes nach der andern an der Schnur entlang sieht.

Was die senkrechten Richtungen anbetrifft, so ist es fehlerhaft und zeitraubend, wenn man jeden einzelnen Stein für Gebäude- oder Fensterecken ablothet und mit dem Hammer so lange hin und her klopft, bis er paßt, weil dadurch der Ziegel lose im Kalk wird, sondern der geübte Maurer lothet etwa die ersten 5 Schichten ins Richtscheit ein und arbeitet dann 5—6 Schichten, indem er bloß das Richtscheit anhält; hierauf lothet er 1 oder 2 Schichten mit Rücksicht auf die vorhergehenden ein und arbeitet dann wieder nach dem Richtscheit.

Hat man im Mauerwerk einen Absatz erreicht, z. B. die Höhe der Fensterbrüstungen, oder die Höhe der Fensterpfeiler, wo die Fensterbogen anfangen, und endlich die Höhe eines ganzen Stockwerks, so wird die letzte Schicht dieses Absatzes, ehe sie vollständig gemauert ist, nach allen Richtungen hin mit der Waglatte und Setzwage abgewogen. Die Waglatte ist ein gehobeltes Brett, das etwa 3 zm stark, 20—25 zm hoch, womöglich 4—5 m lang sein muß. Auf dieses Brett kommt die Setzwage, nachdem man es hochkantig mit dem einen Ende auf einen Eckziegel gestellt hat, mit dem andern auf einen andern Ziegel, dem man so viel Kalk giebt, daß das Loth der Setzwage richtig einspielt. Von diesem Ziegel aus wiegt man weiter ab, zieht die Schnur so, daß sie überall die Höhe dieser Lehrziegel hat, und mauert danach die Schicht dieses Absatzes, wobei es vorkommen kann, daß man an einzelnen Stellen reichliche, an anderen geringe Kalkfuge geben oder selbst die Ziegel auf ihrem Lager etwas hauen muß.

Bei Mauern aus Bruchsteinen verfährt man ebenso, haut jedoch einzelne kleine Buckel nachträglich ab.

Es ist eine Hauptregel: daß das Mauerwerk immer in gleicher Höhe durch das ganze Gebäude aufgeführt werde, damit der Druck des Gebäudes auf den Untergrund immer ein gleichmäßiger bleibe, weil sonst leicht Senkungen und Risse im Gebäude entstehen können.

Kommen Holzzargen vor, so werden dieselben auf dem Grunde, wo sie stehen sollen, ins Loth gestellt, abgesteift (abgeschwertet) und dann nach und nach eingemauert.

Eiserne Stützhaken zu Thorwegen, Thüren, Fensterladen 2c. werden gleich an den Stellen mit eingemauert, wo sie hingehören.

Ist man bis zu den Balkenlagen gekommen, so werden erst die Mauerlatten und dann die Balken aufgelegt, und alsdann wird über

den Balkenköpfen weiter gemauert, nachdem man zuvor die erforderlichen eisernen Balkenanker an die Balken geschlagen.

Fenster- und Thüröffnungen, die in den verschiedenen Stockwerken übereinandertreffen, bestimmt man durch Herauflothen; sind die Fenster nicht von gleicher Breite, so lothet man die Mittel hinauf und legt danach die Oeffnungen an.

Hat man die Dachhöhe erreicht, so wird weiter abgeglichen und abgewogen und alsdann werden die Giebel aufgemauert.

Um ein gutes und festes Ziegelmauerwerk zu erreichen, ist gutes Material nöthig und gute Arbeit.

Was das Material anbelangt, so ist über den Mörtel das Nöthige gesagt. Betreff der Mauersteine ist folgendes zu erwähnen. Im Allgemeinen liefert jeder Brand dreierlei Sorten Mauersteine, und da man die Steine fast nie sortirt ankauft, so müssen sie beim Bau sortirt werden und zwar nimmt man die scharf gebrannten zu demjenigen Mauerwerk, welches der Nässe oder Feuchtigkeit ausgesetzt ist, zu Kellern, Plynthen 2c.; die mittelgebrannten verwendet man zu den Umfassungsmauern (besonders auf der äußeren Fläche), zu Gurtbögen, Gewölben und Feuerungen; schwachgebrannte zu inneren Mauern mit Ausnahme der Ueberwölbungen von Thüren und Fenstern, welche besser aus mittelgebrannten Steinen gefertigt werden. Zu Gurten und Gewölben eignen sich die mittelgebrannten Steine deshalb, weil sie größere Festigkeit besitzen als die wenig gebrannten Steine, und weil sie sich leichter hauen lassen und den Kalk besser anziehen als die scharfgebrannten Steine. Die wenig gebrannten Steine schwitzen nicht, geben daher sehr trockene Wände und eignen sich vorzugsweise zu inneren Mauern.

Was den zweiten Punkt, die gute Arbeit betrifft, so ist diese außer einem guten Verbande noch von folgendem abhängig:

Zunächst müssen die Steine gut angenäßt werden. Die Steine sind durch das Brennen sehr trocken gemacht und durch das Scheuern und Reiben beim Transport mit ihrem eigenen Staube und bei langem Liegen auf der Baustelle noch mit Straßenstaub bedeckt. Vermauert man einen solchen Stein unangenäßt mit gewöhnlichem Mörtel, so verschluckt der Stein wie der Staub zu viel Wasser des Mörtels und verhindert, daß der Mörtel in die Poren des Ziegels dringe. Einen solchen Stein kann man leicht aus der Mörtellage heraus nehmen, ohne daß der Kalk daran haftet, was bei einem gut angenäßten Stein nicht möglich ist. Da also der feste Zusammenhang des Mauerwerks

wesentlich vom Annässen abhängt, so müssen die Steine vor dem Vermauern womöglich in den Wassereimer getaucht und die zuletzt gelegte Schicht gut angenäßt werden, ehe Mörtel für die folgende Schicht gegeben wird. Das Verfahren der Maurer (sog. Voigtländer), daß sie, um die Wasseranfuhr zu sparen, keine Eimer mit Wasser auf den Gerüsten halten, ist durchaus nicht zu dulden, da trockenes Mauerwerk nur halbe Haltbarkeit hat. Bei dem Einlegen der Steine ist noch darauf zu sehen, daß sie nach der äußern Fläche der Mauer hin etwas höher stehen, und nach der Dicke der Mauern hin sich etwas tiefer neigen, weil dies ein festeres Mauerwerk giebt, als umgekehrt.

Bei dem Kalkgeben ist folgendes zu beobachten. Der Kalk, welcher aus der Löschgrube genommen wird, muß mit der gehörigen Menge Sand im Kalkkasten auf das innigste vermengt werden, ehe er verwandt wird; ist der Kalk zu trocken, so muß er mit der Kelle oder Schaufel im Kalkkasten gehörig umgerührt und das nöthige Wasser zugesetzt werden. Bei hydraulischem Kalke darf man, wie früher erwähnt, nie mehr anmachen, als man eben zu gebrauchen gedenkt.

Wenn nun die Steine vermauert werden, so ist darauf zu sehen, daß die Steine sowohl unten als an den Seiten in Kalk liegen. Viele Maurer geben an den Seiten gar keinen Kalk, sondern nur unten und drücken dann den Stein in diesen Kalk hinein, so daß sich, wenn die Mörtellage nur schwach war, auch nur nothdürftig etwas Mörtel in die Seitenfugen drückt, welches Verfahren aber natürlich nichts taugt, da der Stein alsdann nicht ganz von Mörtel umhüllt ist, und folglich das Mauerwerk nur einen geringeren Zusammenhang erhalten kann.

Bei dem Legen der Steine in Kalk muß man dieselben gleich fest eindrücken, nicht viel hin- und herrücken, oder sie mit dem Hammer hin- und herklopfen, weil dadurch der Stein lose wird und schlechten Zusammenhang liefert. Legt man nämlich den Stein auf, so dringt sogleich ein großer Theil des Mörtelwassers in denselben, der Kalk fängt an zu binden, der Mörtel wird trocken und steif; rückt man nun viel mit dem Steine hin und her, oder hebt ihn gar auf, so ist die Bindekraft des Mörtels gestört, und man ist alsdann genöthigt, den aufgegebenen Mörtel mit der Kelle abzunehmen und neuen zu geben, welches Zeitverlust verursacht.

Bei Ausmauerung von Fachwerkswänden ist besonders darauf zu sehen, daß die Steine recht scharf an das Holz, sowohl an den Seiten, als oben an die Fache getrieben werden. Wenn die Fache im Aeußern

gefugt stehen bleiben, so muß man sich die Schichten so eintheilen, daß man womöglich mit einer ganzen Schicht schließt; werden die Fache geputzt, so muß, wenn oben ein kleiner Zwischenraum bleibt, die letzte Schicht gut mit kleinen Steinstücken in Kalk angetrieben werden, was man das Verzwicken der Fache nennt; ist der Zwischenraum größer, so schließt man ihn mit Dachziegelstücken, sonst mit gehauenen Ziegeln.

Die Größe der Mörtelfugen richtet sich nach der Größe des Steins, bei der gewöhnlichen Dicke 25^{zm} langer Steine von $6{,}5^{zm}$ ist die Fuge hinlänglich stark, wenn sie $1{,}3^{zm}$ hoch gemacht wird; also $1/_5$ der Höhe des Steines. Je größer man die Fugen macht, um so mehr setzt sich das Mauerwerk und um so mehr braucht man unnöthiger Weise Kalk, um so mehr Feuchtigkeit kommt vermöge der größeren Menge Mörtel in die Mauer, und um so viel mehr Zeit braucht sie zum Austrocknen. Ein richtiges Verhältniß der Fugenstärke ist also stets zu beobachten. Die Höhen- oder Stoßfugen werden eben so breit gemacht, als die wagerechten oder Lattenfugen.

Man mauert entweder mit vollen oder mit hohlen Fugen. Volle Fugen nennt man solche, wo in den Fugen von der Außenfläche an etwa $2^1/_2{}^{zm}$ leerer Raum in der Fuge bleibt. Soll das Mauerwerk einen Bewurf (Abputz) erhalten, oder sollen die Fugen, wenn die Mauer fertig ist und das Mauerwerk roh stehen bleibt, erst später nachgefugt werden, so mauert man stets mit hohlen Fugen. Bei Bruchsteinmauer dagegen, besonders wenn sie keinen Bewurf erhält, mauert man mit vollen Fugen, streicht den Mörtel außerhalb gerade und drückt kleine Steine in die Fugen.

§. 36. Allgemeine Bemerkungen über die §§. 29—35.

Es würde ein falscher Schluß sein, wenn man glauben wollte, daß alle die angeführten Bauarten zu jedem beliebigen Zwecke gleich tauglich wären; im Gegentheil muß man sie vorsichtig für die bestimmten Zwecke auswählen.

Es ist klar, daß, je fester das Material an sich ist und je mehr es geeignet ist, allen Witterungseinflüssen zu widerstehen, um so allgemeinere Anwendung wird es unter den meisten Umständen und in den verschiedensten Klimaten zu Bauten finden. So werden alle Arten gewachsene Steine und gebrannte Mauersteine überall Anwendung finden können, da sie an sich dauerhaft sind.

Es ist eine allgemein bekannte Sache, daß die Menschen in allen

Theilen der Erde, wenn sie zu bauen genöthigt waren, immer zuerst nach dem Hauptbaumaterial griffen, was ihnen zunächst lag und deshalb am wenigsten kostete; nur mit steigender Cultur und dem daraus sich entwickelnden Luxus wendete man auch solche Materialien an, die in der Nähe nicht zu haben waren und oft mit den größten Kosten und Anstrengungen aus fremden Ländern herbeigeschafft werden mußten. Namentlich suchten die Römer etwas darin, kostbares fremdes Material zum Schmuck ihrer Gebäude zu verwenden.

Bei aller Verschwendung dieser Art aber fertigte man doch den Kern des Gebäudes, also seine größte Masse, immer der Wohlfeilheit wegen aus dem landesüblichen Material und benutzte das kostbare fremde nur zur äußern Bekleidung der Mauern oder zu Verzierungsstücken überhaupt.

Die Babylonier in ihren großen Ebenen hatten Ueberfluß an Lehm und Asphalt, sie bauten daher theils mit Lehmsteinen, theils mit gebrannten Mauersteinen, den Asphalt als Mörtel gebrauchend. Schnittsteine werden nur in einzelnen Fällen erwähnt, wo man Räume überdecken wollte, welches man damals, wo die jetzige Kunst zu wölben noch nicht bekannt war, nicht anders zu thun vermochte, als durch Ueberkragung großer Steine. Die Aegypter, welche ebensowohl große Steine in den nahen Gebirgen besaßen, als vortreffliche Lehmsteine und Ziegel aus dem Nilthale gewannen, bauten mit beiden Materialien. So wissen wir, daß der Kern der Pyramiden zuweilen nur aus Lehmsteinen, zuweilen aus Ziegeln, meistens aus Haustein (Granit, Syenit) besteht. Die Griechen bauten mit großen Werkstücken, Ziegeln und Bruchsteinen. Die Römer eben so, je nachdem ein oder das andere Material in einer oder der andern Provinz leichter zu haben war. Der Kern ihrer Gebäude war gewöhnlich von Ziegeln, wobei die äußern Flächen der Mauern mit irgend einem festen gewachsenen Steine bekleidet waren. In Deutschland sehen wir eine ganz ähnliche Erscheinung. In Süddeutschland, am Rhein, in Thüringen, am Harz, am Riesengebirge baut man viel mit Bruchsteinen und gehauenen Werkstücken, in den flacheren Gegenden des ganzen nördlichen Deutschlands ist der Lehmbau und der mit gebrannten Mauersteinen einheimisch und nur ausnahmsweise werden Werkstücke angewendet.

Die Feld- und Bruchsteinmauern eignen sich mehr zu Grundbauten, zu Bauten im Freien, als zu Stallungen und Wohngebäuden. Wir haben bereits gesehen, daß sie immer schwitzen und deshalb im Innern

mit Mauersteinen bekleidet werden müssen. Da sie starke Wärmeleiter sind, so werden dergleichen Gebäude im Sommer heiß, im Winter kalt sein, wenn man die Mauern nicht hinlänglich dick wenigstens in den Umfassungen macht.

Die Mauern aus gestampfter Erde sind nur anwendbar, wenn sie trocken liegen und überall gegen Nässe geschützt werden. Lehm ist ein schlechter Wärmeleiter, weshalb solche Gebäude im Sommer kühl, im Winter warm sind, und sich deshalb sowohl zu Wohngebäuden, als auch zu Stallungen eignen, jedoch einer Plynthe von Mauer- oder Bruchsteinen bedürfen. Nur für solche Zwecke, wo im Innern viel Dämpfe entwickelt werden, z. B. Bierbrauereien, Waschküchen rc. eignen sie sich nicht, weil der Lehm durchnäßt wird, und auch kein Kalkbewurf an solchen Orten haltbar sein würde.

Die Mauern aus Sandkalk, sowohl aus Gußwerk, wie aus Kalksand-Pisé, gehören zu den massiven Mauern und zeichnen sich durch Wohlfeilheit und Trockenheit aus. Die Fundamente fertigt man nur an trockenen Orten aus Kalksandmasse; bei Stallgebäuden ist eine Plynthe, so hoch, als der Dünger zu liegen kommt, von Mauer- oder Bruchsteinen zweckmäßig. Ob man höhere als zweistöckige Gebäude sowie größere Gewölbe aus Sandkalk aufführen kann, darüber liegen keine Erfahrungen vor.

Die Mauern von Lehmsteinen stehen hinsichtlich ihrer Dauer und ihrer Wärmeleitungsfähigkeit ganz gleich mit den aus Lehm gestampften; nur müßte mehr Sorgfalt auf die Austrocknung der Lehmsteine selbst verwendet werden, als bisher geschehen; denn so lange die Lehmsteine im Innern noch im Geringsten feucht sind, geben sie eine stets feucht bleibende Mauer, welche begreiflicher Weise nichts taugt.

Mauern von Ziegeln (gebrannten Mauersteinen) stehen hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit zu jedem beliebigen Zwecke oben an; sie sind nur mittelmäßige Wärmeleiter, folglich sind die daraus erbauten Häuser im Sommer kühl, im Winter warm. Sie leiden von der Nässe nicht, wenn man die nöthigen Vorkehrungen trifft. Sie schwitzen nicht, eignen sich also zu Wohnungen vorzüglich. Man kann damit die höchsten Gebäude aufführen, ohne wie bei Lehmbauten von der Witterung oder wegen der Festigkeit etwas zu befürchten zu haben. Sie lassen sich leicht repariren, wenn sie schadhaft sind, und auch leicht für andere Zwecke umgestalten, wenn es gefordert wird; ebenso sind sie jedes baulichen Schmuckes fähig und lassen jede Art von Verzierung zu; dazu kommt noch die Leichtigkeit, mit welcher das

Ziegelmauerwerk wegen der bequemen Form der Steine ausgeführ werden kann.

§. 37. Kellermauern, Erdgeschosse und Plynthen.

Was bei gewöhnlicher Gründung auf gutem Baugrunde, ohne daß man Unterkellerungen anzulegen beabsichtigt, erforderlich wird, ist bereits gesagt worden. Ist man gesonnen Keller anzubringen, so ändert sich in den dort angegebenen Verfahrungen nichts weiter, als daß man die Fundamentmauern so viel tiefer in die Erde legt, um die erzielte Kellerhöhe zu erreichen. In den Figuren 151—159 sind mehrere der gewöhnlich vorkommenden Fälle dargestellt, wobei die möglichst bequeme Beleuchtung der Keller besonders berücksichtigt wird, sowie die Trockenlegung der Kellermauern durch besondere Anordnungen angedeutet ist.

Erste Regel bei Anlage eines Kellers ist: daß die Sohle des Kellers (dessen Fußboden) niemals vom sogenannten Grundwasser erreicht werde. Ein Keller, worin Wasser steht, wenn es auch nur zu gewissen Zeiten des Jahres der Fall wäre, ist unbrauchbar, da alle darin aufgehäuften Vorräthe, sie mögen Namen haben wie sie wollen, verderben. Es ist also die für einen solchen unbrauchbaren Keller gemachte Ausgabe weggeworfenes Geld.

Da nun aber sehr vielfach an solchen Orten Keller angelegt werden sollen, wo das Grundwasser nur wenig unter der Oberfläche des Terrains steht, so folgt, daß man die Höhe des Kellers, welche man der Tiefe nach nicht erreichen kann, über die Erde hinaus baut, den Keller also nur so tief als es das Grundwasser erlaubt, in die Erde versenkt.

Derselbe wird zwar im Sommer nicht so kühl und im Winter nicht so warm sein, als wenn er beinahe ganz in der Erde läge, man wird aber doch den wesentlichen Vortheil erreichen, daß derselbe wasserfrei ist.

Die zweite Bedingung eines guten Kellers ist möglichst gleichmäßige Temperatur zu allen Jahreszeiten. Um diese zu erreichen ist es zweckmäßig, den Keller so tief in die Erde zu legen als nur irgend möglich. Ferner müssen zwar Fenster angebracht werden, sie sind aber weniger deshalb da, um viel Licht in den Keller zu schaffen, sondern um eine gesunde Luft erhalten zu können, namentlich bei Wein- und Bierkellern. Viel Licht erzeugt auch nach Umständen viel Wärme im Sommer, welche vermieden werden soll. Große und viele

Fensterflächen sind bei Kälte ebenfalls starke Leiter derselben, es wird also ein mit vielen größeren Fenstern angelegter Keller im Winter kälter sein, als wenn er nur kleinere Fenster, oder weniger dergleichen gehabt hätte.

Hieraus folgt, daß ein guter Keller nur wenige und kleine Fenster haben müsse, daß Fenster nach der Sonnenseite hin vermieden oder möglichst verkleinert werden müssen, daß der Keller eine solche Decke erhalte, welche weder Wärme noch Kälte durchläßt, und daher ein gewölbter Keller besser als jeder andere ist.

Legt man Keller und in demselben Geschoß noch Wohnungen, Küchen, Speisekammern 2c. an, so heißt eine solche Anlage Kellergeschoß (Souterrain), und es wird alsdann nothwendig, um die Wohnungen möglichst trocken zu bekommen, mindestens 1 m über die Terrainhöhe mit diesem Geschoß hinauf zu gehen. Der Theil des Mauerwerks, welcher sich über der Erde befindet und bis zum Fußboden des untersten Hausstockwerkes reicht, heiß alsdann die Plynthe. Sind die Plynthen nur niedrig, so ist es zuweilen mit Schwierigkeiten verbunden, die Kellerfenster anbringen zu können, und giebt es hierfür folgende praktische Regeln.

a) Wenn nach Fig. 151 a die Plynthe wie gewöhnlich 1 m hoch ist, so muß man, um die Höhe des Fensters im Lichten zu erhalten, folgendermaßen rechnen:

1) Für die Dicke des Fußbodens	4 zm
2) Die Unterlagen des Fußbodens von schwachem Kreuzholz 10 und 13 zm . .	13 „
3) Für die Gewölbkappenstärke	13 „
4) Für die Höhe ab, welche den Anschlag für das Kellerfenster bildet	8 „
5) Für cd, als um wie viel das Fenster gegen das Straßenpflaster erhöht sein soll	16 „
sind	54 zm
abgezogen von	100 „
bleiben	46 zm

für die Höhe des Kellerfensters im Lichten.

b) Wenn nach Fig. 152 die Plynthe 60 zm hoch ist, so muß man um nicht ein allzu niedrigs Fensterlicht zu erhalten, schon von obiger Dimensionen etwas abziehen, nämlich:

1) Für das Fußbodenbrett . . . . 4 zm
2) Für Fußbodenunterlager . . . . 10 „
3) Für Höhe der Gewölbekappe . . . . . 13 „
4) Für Fensteranschlag wenigstens . . . . 4 „
5) Für Erhöhung des Fensters von der Erde 5 „

sind 36 zm

bleiben für die Höhe des Fensters im Lichten nur . 24 „

Da nun diese Fensterhöhe die größte ist, welche man unter diesen Umständen bei einer Plynthenhöhe von 60 zm erhalten kann, so müssen, um ein Kellerfenster in einer Plynthe von noch geringerer Höhe anzubringen, andere Vorkehrungen getroffen werden; z. B.:

c) wenn die Plynthe Fig. 153 nur 50 zm hoch ist, so muß, um eine Fensterhöhe von mindestens 24 zm zu erhalten, der Punkt a im Fensterbogen 10 zm höher stehen als der Punkt e, oder nach der Maurersprache, so viel stechen; rechnet man nun wie vorher:

1) Für das Fußbodenbrett . . . . 4 zm
2) Für das Unterlager . . . . 10 „
3) Für die Gewölbekappe . . . . 13 „
4) Für den Anschlag . . . . 4 „

so beträgt die Höhe von b bis e innerhalb . . . . 31 zm

Da aber der Punkt a um 10 zm höher liegt als der Punkt e, so beträgt die äußere Höhe fa weniger 10 „

also 21 zm

Hierzu für die Höhe im wie oben . . . . 5 „

sind 26 zm

abgezogen von 50 „

bleiben für die Höhe ai des Fensterlichts von außen 24 zm

und da die Linie ir ebenso wie die Linie ae um 10 zm gestochen wird, so ist die innere Fensterhöhe ebenfalls 24 zm.

In diesen drei Fällen können die Kellerfenster, wenn sonst keine Hindernisse innerhalb von Seiten der Gewölbe im Wege stehen, gehörig auf- und zugemacht werden.

d) Wenn die Plynthe nur 30 zm hoch ist, so hilft man sich auf folgende Art (Fig. 154). Man mauert vor der Plynthe einen Kasten oder ein Loch aus, welches so breit wie das Kellerfenster ist, und dabei so viel als die Dachtraufe erlaubt, ungefähr von a bis b 25 zm vorspringt, auch nach Maaßgabe der Plynthenhöhe etwa 20—25 zm von c bis b tief ist. Von dem Boden dieses Kellerkranzes müssen kleine Löcher den einfallenden Regen in das Terrain leiten.

Wenn nun die Plynthenhöhe über der Erde 30^{zm} hoch ist, und das Loch vor dem Fenster etwa eine Tiefe von 25^{zm} hat, so erhält man zur Anbringung des Kellerfensters eine Höhe von beinahe 55^{zm}.

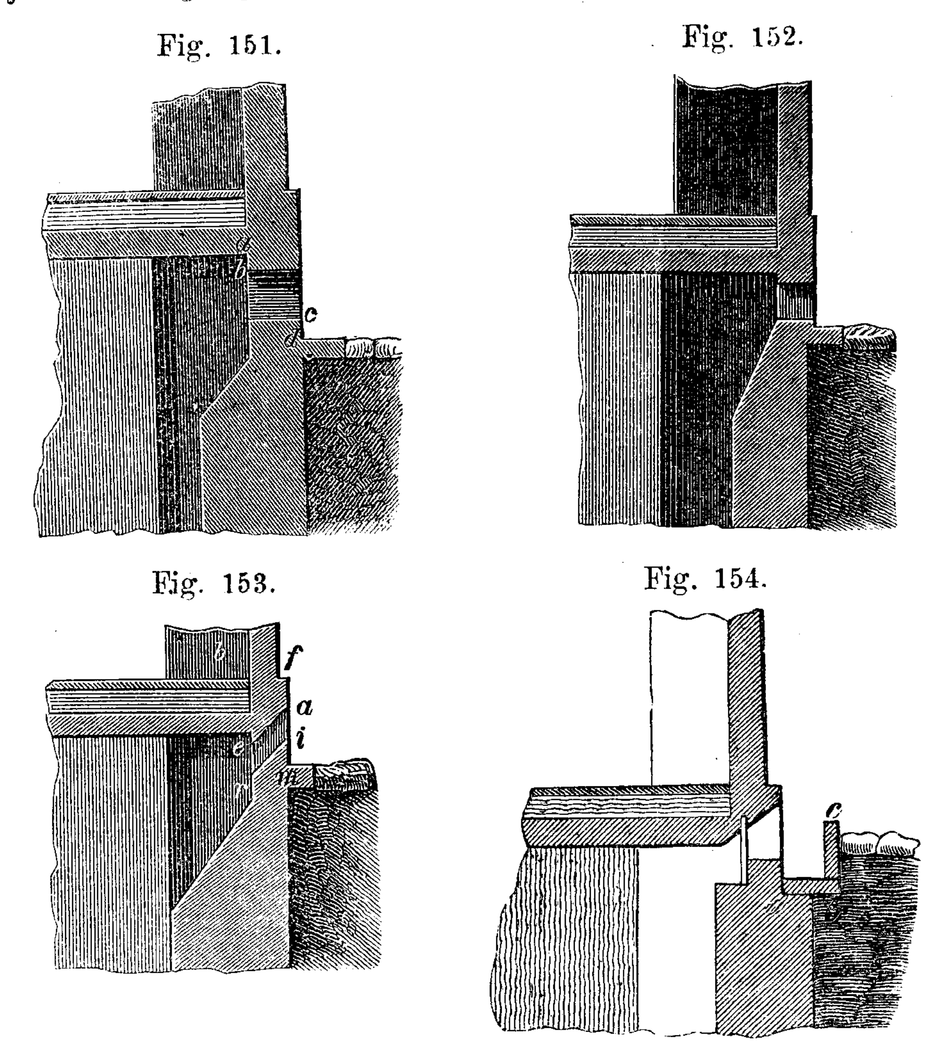


Fig. 151. Fig. 152. Fig. 153. Fig. 154.

e) Bisher ist angenommen worden, daß der Fußboden im Innern mit der Oberkante der Plynthe gleich hoch liegt; wenn sich aber derselbe unter der Oberkante der Plynthe befindet, alsdann ist Folgendes dabei zu beobachten.

Man ziehe die Höhe, um welche der Fußboden gegen die Oberkante der Plynthe niedriger liegt, von der ganzen Höhe der Plynthe ab. Bleibt dann noch so viel übrig, daß auf die oben angezeigte Art ein Fenster angebracht werden kann, so hat es keine weitere Schwierigkeit. Ist aber der übrig gebliebene Raum zu gering, um auf obige Art ein Fenster anzubringen, so kann man sich nach Fig. 155 auch noch dadurch helfen, daß man die Gewölbekappe von a bis b um so viel heraufsticht, als das Unterlager c stark ist, wenn nur das Fußbodenbrett noch darüber wegreicht.

Dieses Stechen der Kappe hat aber den Nachtheil, daß die Kellerfensterflügel weder auf- noch zugemacht werden können, sondern nur etwa von unten herauf hineingesetzt und zum Aufklappen eingerichtet werden können.

f) In Fig. 156 ist der schwierigste Fall dargestellt, da nämlich der Fußboden auf gleicher Erde und die Keller ganz unter dem Terrain

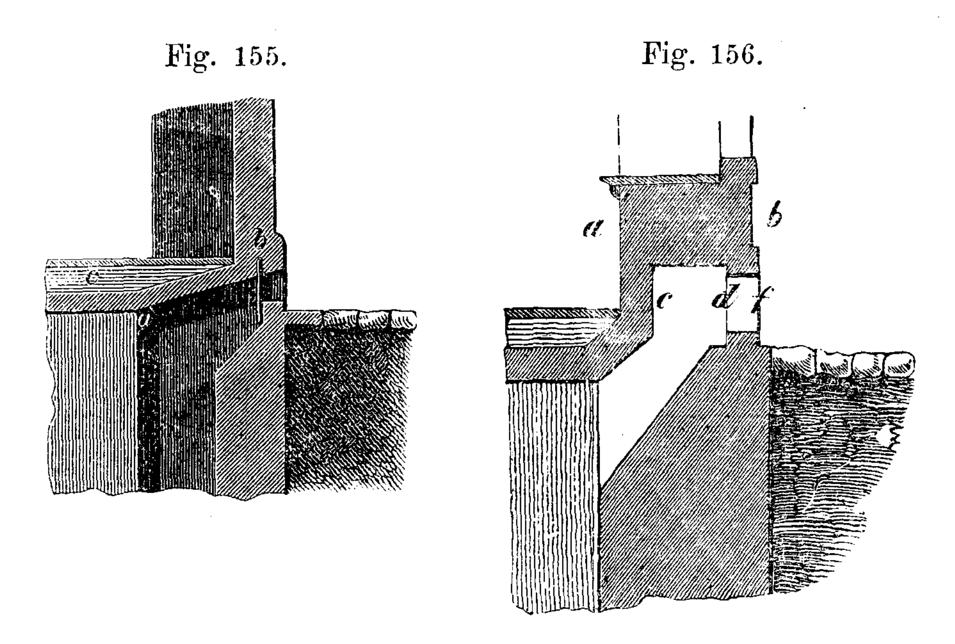


Fig. 155. Fig. 156.

liegen. Hierbei muß die Fensterbrüstung ihre ganze Stärke **a b** behalten, damit der Einschnitt **c d** darin verborgen werden kann, durch welchen, wie übrigens die Figur zeigt, den Kellern einigermaßen Licht und Luftzug mitgetheilt wird.

g) Fig. 157 zeigt die Anlage eines Erdgeschoßfensters, wie sie in England häufig vorkommt und jetzt überall angewandt wird, wo unter niedrigliegenden Läden noch brauchbare Kellerräume hergestellt werden sollen. Um nämlich Raum zu sparen, werden die unteren Wohnungen für Bedienung, Küchen, Vorrathsräume und Keller in das Erdgeschoß verlegt. Damit man aber auch nicht nöthig hat, die Plynthe hoch über das Terrain zu legen, macht man vor dem ganzen Hause oder nur vor dem einzelnen Fenster einen etwa $1^1/_2$—2^m tiefen, $60-90^{zm}$ breiten Graben, **a b c d**, welcher auf der Langseite von einer sogenannten Futtermauer eingefaßt wird, und bei **c d** eine nach außen geneigte Pflasterung erhält, damit das Regenwasser abfließen kann, auch muß diese Pflasterung außer der Neigung **c d** noch das gehörige Gefälle nach einem Abzugscanale haben. Hierdurch erreicht man Folgendes: erstens kann man die Erdgeschoßfenster so hoch machen als man will, damit die unten bewohnten Räume gesund

und hell sind, alsdann wird durch den gepflasterten Graben und die Futtermauer alle Feuchtigkeit um so weiter von dem Gebäude zurückgehalten, je breiter der Graben selbst ist; denn die Feuchtigkeit, welche von oben her in die Erde dringt, kann alsdann nicht bis an das Haus gelangen, wodurch folglich das ganze Erdgeschoß möglichst trocken gelegt wird. Daß es von dem Grundwasser frei bleiben muß versteht sich von selbst, da sonst auch der Graben nichts helfen würde.

Hatte man bloß die Absicht, einzelnen Räumen Licht zu schaffen, dann braucht der Canal nicht an der ganzen Front entlang zu laufen; und kommt es bloß darauf an, ab und zu ein Fenster anzulegen, dann legt man vor jedem Fenster einen Kessel in Form eines Halbkreises an, dessen obere Kranzschicht etwas höher als das angrenzende Terrain gelegt wird, damit wenigstens nicht das Gossenwasser hineinläuft.

h) Wenn es nicht auf Beschaffung von Licht für die Kellerräume ankommt, sondern nur darauf, die Grund- und Kellermauern vor Nässe zu bewahren, so kann man den Canal mit Platten überdecken oder auch wie in Fig. 158 einen verdeckten, oben und unten gewölbten Canal vor die Fronten des Gebäudes legen, welcher bei gehörigem

Fig. 157.

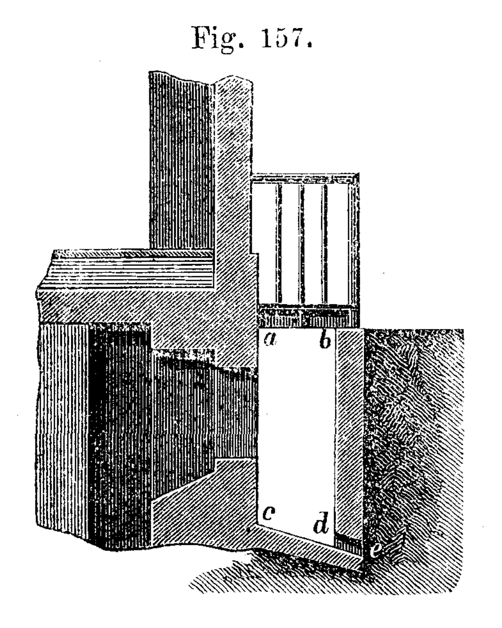
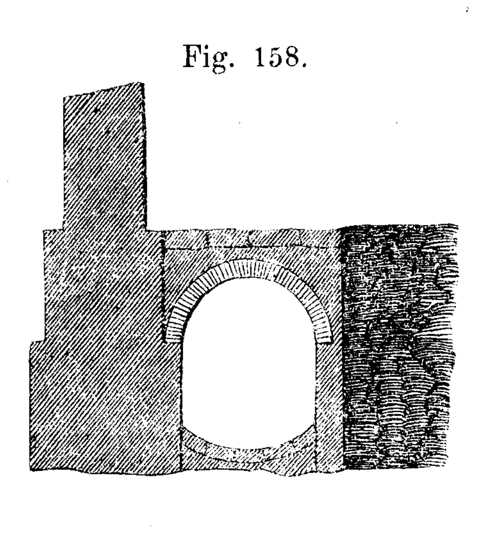


Fig. 158.

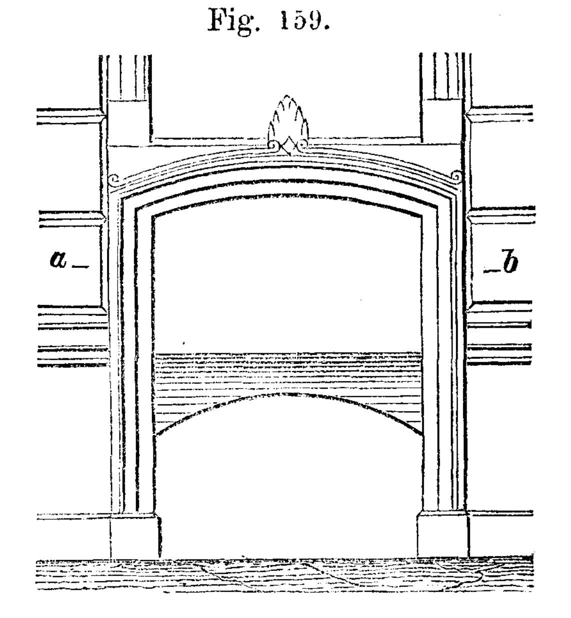


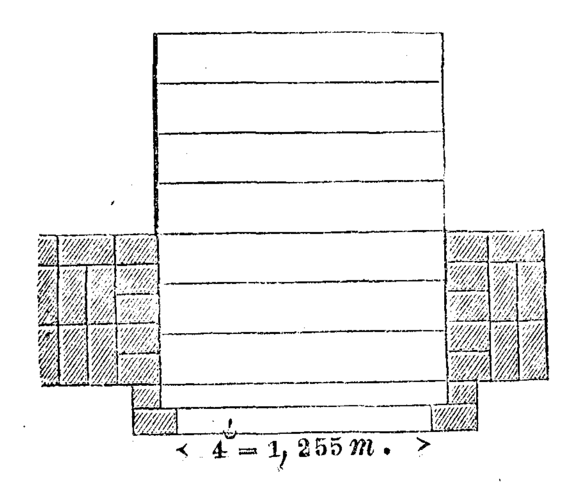
Gefälle auch noch so groß sein muß, daß er bequem ausgeräumt werden kann, wenn er etwa verschlammt sein sollte. Zu diesem Zwecke muß der Canal mindestens 80^{zm} breit und 1 — $1^1/_4{}^{m}$ hoch im Lichten sein, auch oberhalb die nöthigen Oeffnungen haben, um hinein steigen zu können.

i) In gewöhnlichen Fällen, wo man ein Verschlammen des Canals nicht zu fürchten hat, reicht eine Breite desselben von 13 oder nur 8^{zm} aus, und ein Canal von so geringer Breite erhält alsdann die Bezeichnung Isolirschicht; seine andere Begrenzungsmauer ist einen Stein oder auch nur 12^{zm} stark, mit öfter an die starke Mauer hinanreichenden Bindersteinen. Oben erfolgt eine Abdeckung mit Granitplatten oder mit Mauersteinpflaster.

k) Will man von Außen einen Eingang in den Keller beschaffen, so legt man in der Umfassungsmauer eine Thüröffnung an und eine meist sehr steile Treppe vom Keller nach der Straße oder dem Vorplatz. Da aber diese Treppe häufig bis 1^{m} über die Frontmauer nach Außen vorspringt, so schützt man sie gegen Regen durch einen sogenannten Kellerhals, der nach unserer Annahme am besten aus zwei senkrechten, 1^{m} breiten, 1$^{1}/_{4}$^{m} hohen, 15^{zm} starken Platten besteht, die oben mit einer Platte überdeckt werden. In kleinen Städten, wo selten die Nothwendigkeit vorhanden ist, daß Menschen unter dem Terrain arbeiten und wohnen, also dort ihr Leben zubringen müssen, findet man glücklicherweise diese Anordnung selten. Auch können derartige Kellerhälse in guten Steinen und Cement bei ähnlichen Dimensionen hergestellt werden.

Fig. 159.

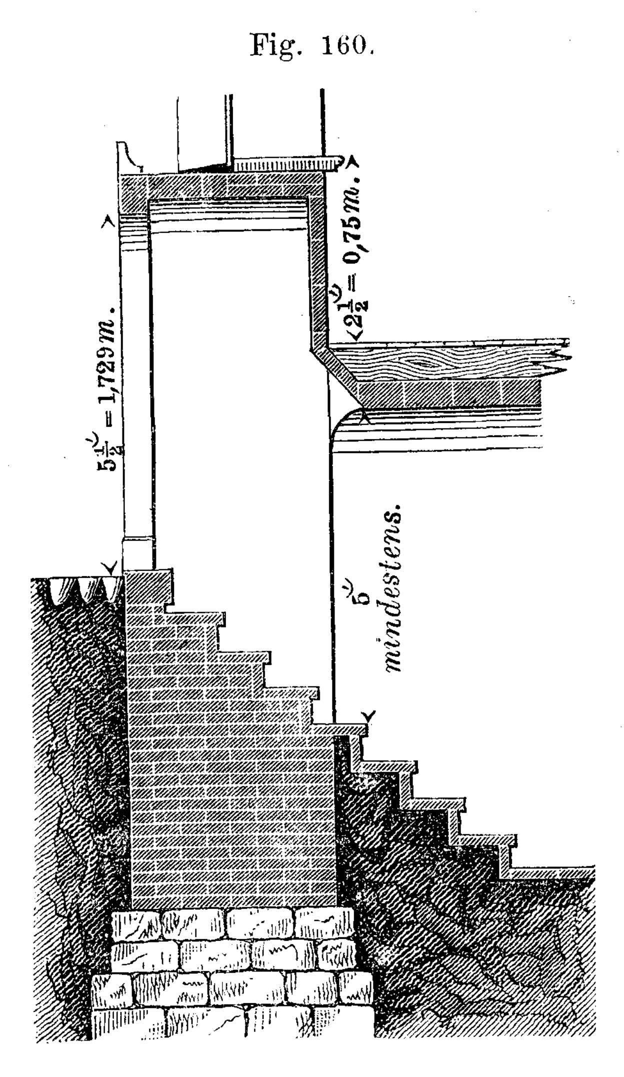




Die Zugänge nach der Straße dürfen das Trottoir nicht beträchtlich verengen, weshalb die Treppe, höchstens 15^{zm} von der äußern Flucht beginnend, in den Keller führen muß. Ist die Souterrainhöhe gering (der Unterschied zwischen Parterrefußboden und Straßenpflaster weniger als 1^{m}), so muß der Eingang so viel vom Hause abstehen, daß zwischen der Treppe und der innern Laibung der Kappe mindestens 1$^{1}/_{2}$^{m} bleiben.

Die Treppe wird stets unter einem Fenster angelegt, da hier die obere Mauermasse nicht mehr abzufangen nöthig ist. Die Decke des Einganges liegt dann derart unter der Parterrefensterbrüstung, wie Fig. 159 und 160 zeigen; natürlich kann das Aeußere architectonisch verschiedenartig sein. Die Treppe kann aus Sandstein oder Granit, auch aus Backstein mit Cementüberzug hergestellt werden.

Fig. 160.



Kellertreppen, welche nach dem Hofe führen, können nach Fig. 161 und 162 in diesen hineinspringen. Es kann dann der Antritt mit der inneren Mauerfläche bündig gelegt werden, der Austritt liegt aber weiter vor der äußern Mauerfläche. Es ist hierbei erforderlich, falls die nöthige Höhe am Eingange, 1,7 bis 1,9^{m}, vorhanden ist, die Decke des Einganges bis zur Parterrefensterbrüstung reichen zu lassen. Die Breite der Kellertreppen muß mindestens 1,5^{m} betragen.

l) Die Stärke der Kellermauern richtet sich in den gewöhnlichen Fällen nach der Stärke der oberen Mauern. Ist z. B. die Mauer vom untersten Stockwerke des Hauses 60^{zm} stark, so wird die Plynthe 10^{zm} stärker, und die darunter befindliche Kellermauer noch um 10^{zm} stärker angelegt, so daß sie also in diesem Falle 80^{zm} stark sein würde. Eine Stärke, welche auch für die Anlage gewöhnlicher Kellerwölbungen, wie wir weiter unten sehen werden, ausreicht.

Unter dem Fußboden der Keller liegt noch ein Stück Fundamentmauer, welches man etwa 50^{zm} hoch und um 15^{zm} breiter macht, als die darauf ruhenden Kellermauern, sobald nicht der tiefer liegende gute Baugrund eine größere Höhe nöthig macht. In Fällen, wo man dem Untergrunde nicht viel Tragkraft zutraut, macht man dieses

unterste Stück Fundament noch breiter, damit es die darüber befindlichen Kellermauern gehörig unterstütze.

Fig. 161.

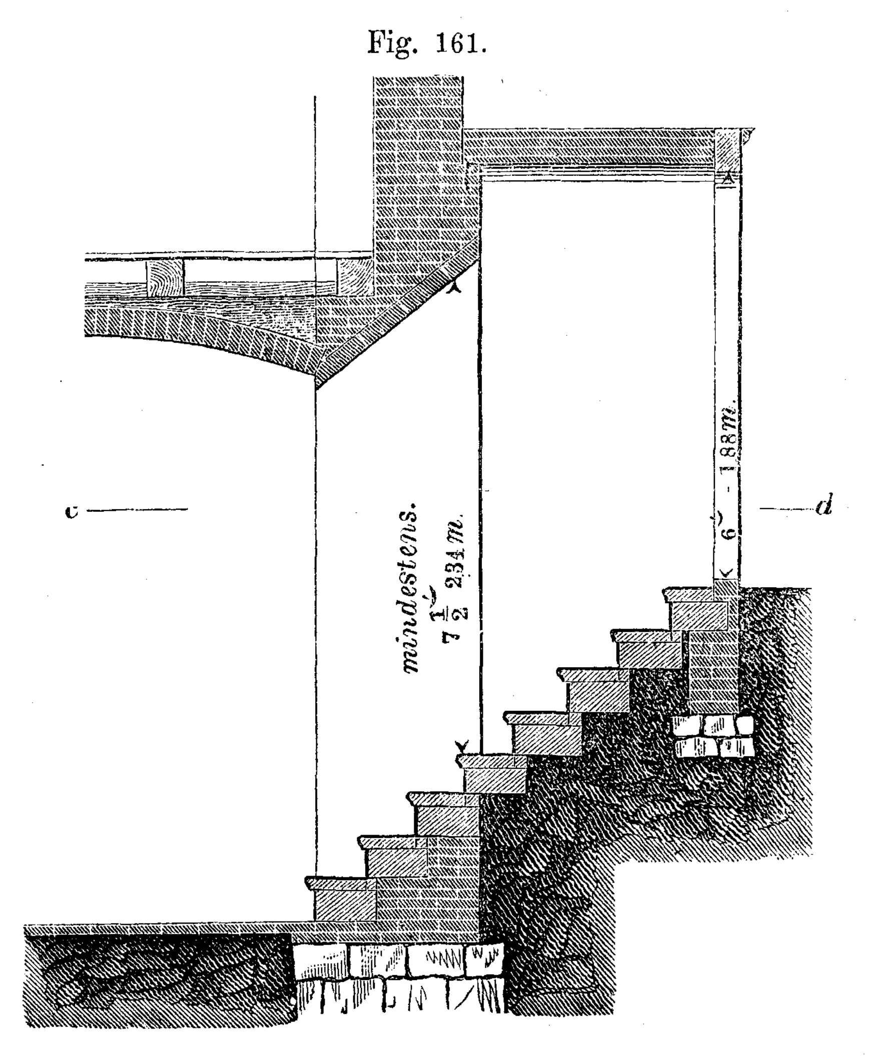
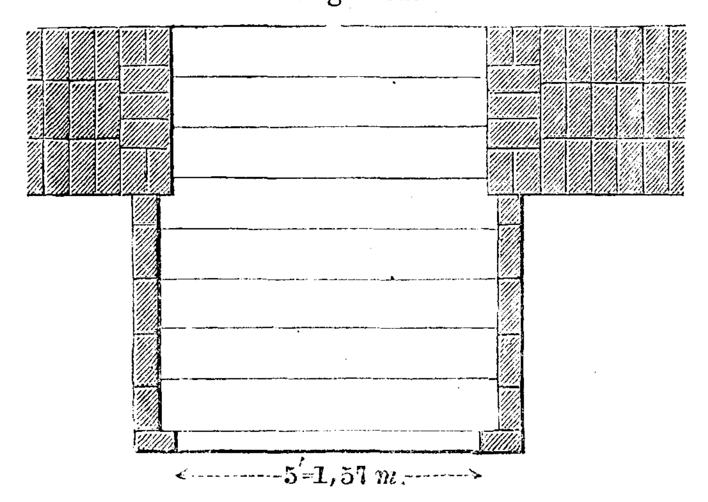


Fig. 162.



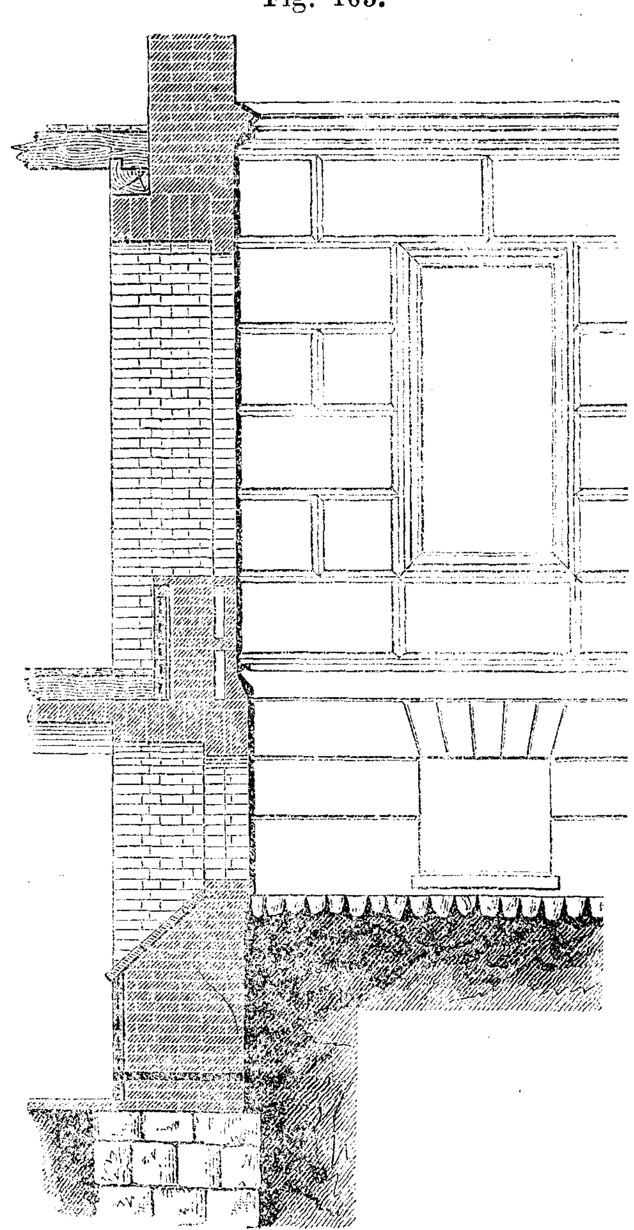
m) Die Anlage der Isolirschichten und die Abhaltung des Grundwassers sind so wichtige Punkte bei Anlage der Keller,

daß wir diesen Constructionen eine genauere Betrachtung schenken müssen.

In den Fundamenten befindet sich stets Nässe, die sich leicht dem obern Mauerwerk mittheilt, wenn man auf die Plynthe nicht Isolirschichten von Asphalt, Cement oder Theerpappe legt. Wenn das Fundament aus Bruchsteinen besteht, deckt man dasselbe außerdem noch mit einer Rollschicht von Mauersteinen ab.

Fig. 163 zeigt eine Isolirschicht, welche den ganzen Querschnitt der Mauer bedeckt, außerhalb genügt dann auch eine dicke Cementschicht.

Fig. 163.



Ebenfalls erhält man möglichst trockene Fundamente, wenn die Erdfeuchtigkeit nicht derart auf das Mauerwerk einwirken kann, son-

dern durch flache Bögen, wie Fig. 164 und 165 zeigen, abgehalten wird. Um die Zwischenräume zwischen Bögen und Mauern stets

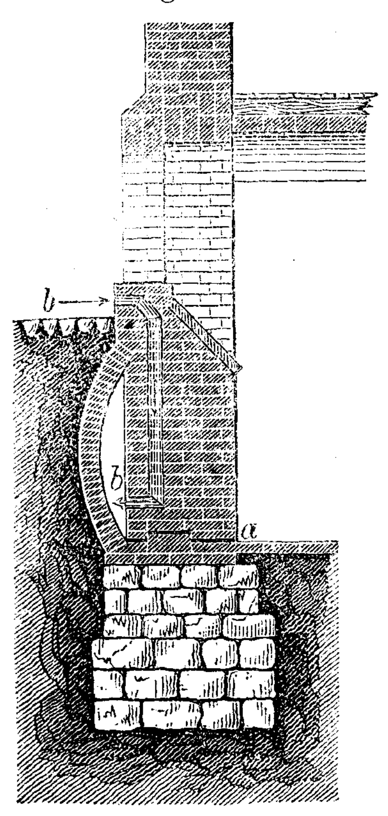


Fig. 164.

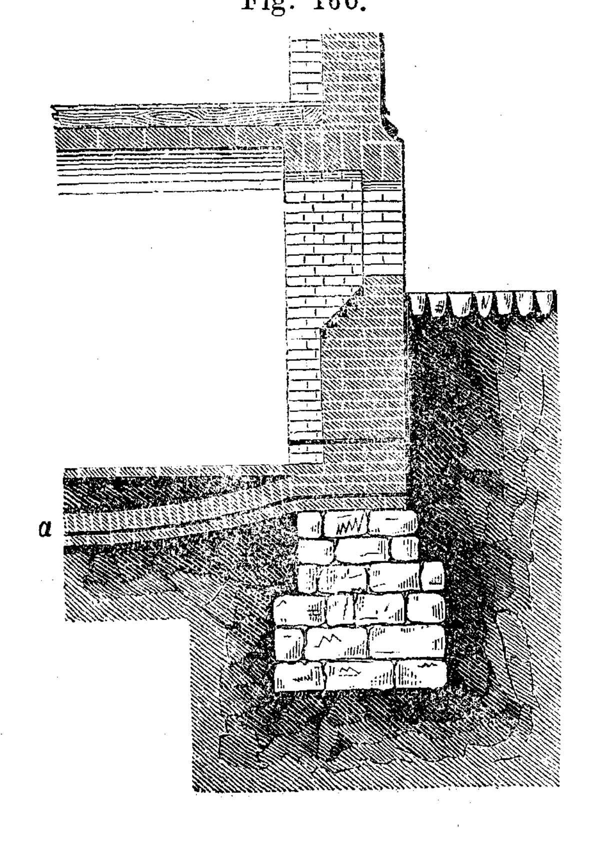
Fig. 165.

trocken zu halten, wird durch Kanäle b äußere Luft zugeführt; a ist die Isolirschicht.

Die Wände müssen schließlich innerhalb mit gutem Cement abgeputzt werden. Die später zu beschreibenden hohlen Wände kann man hierbei ebenfalls mit Erfolg anwenden; außerdem können auch die inneren Wände mit Hohlsteinen verblendet werden.

Ist man gezwungen die Fundamente unter den niedrigsten Wasserstand einzusenken, so wird das Eindringen des Grundwassers nur durch umgekehrte Erdlager zu verhindern sein.

Fig. 166.



Die Erdlager können sowohl aus Backsteinen nach Fig. 166 als auch Béton Fig. 167 gefertigt werden, auch lassen sich beide Methoden nach Fig. 168 vereinigen.

Fig. 167.

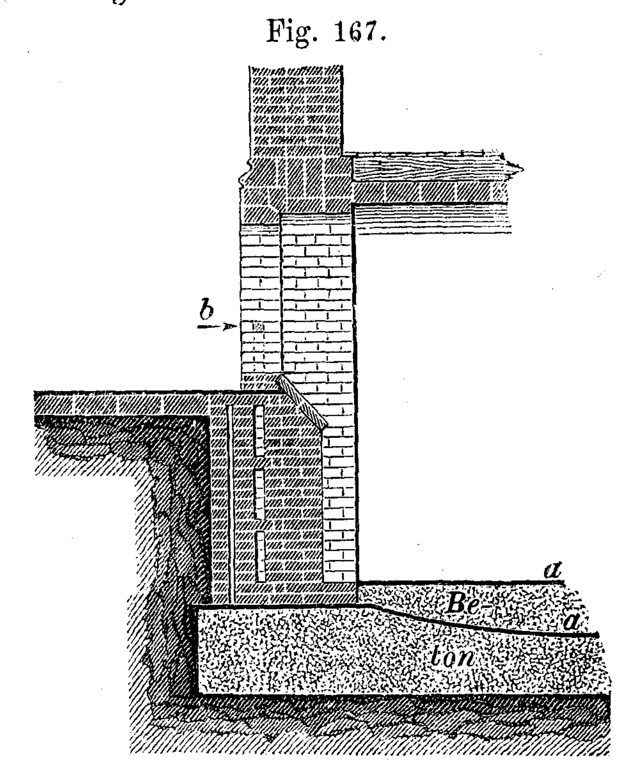
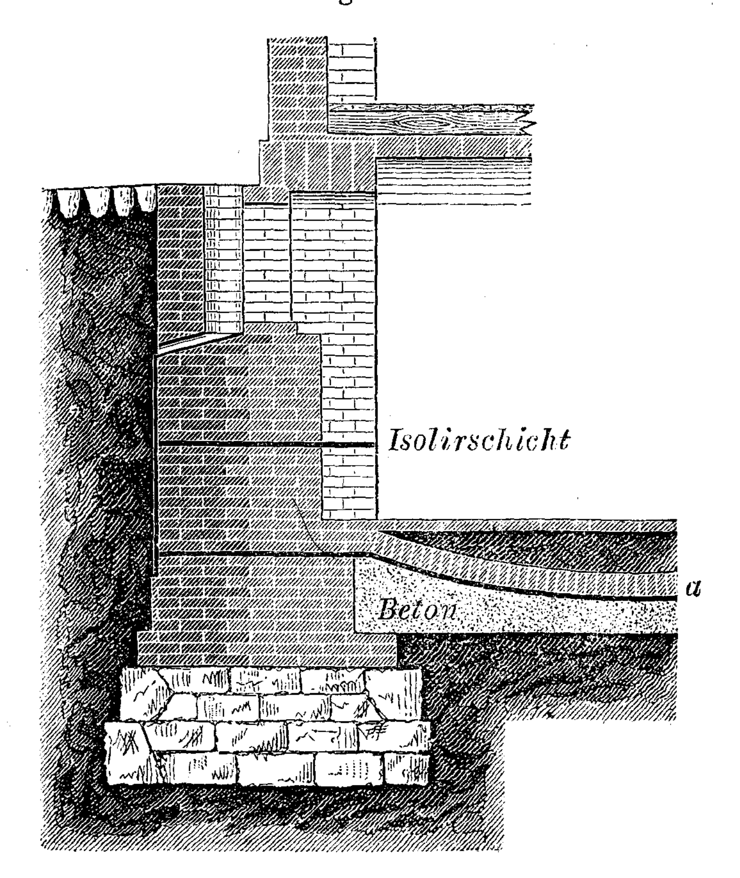


Fig. 168.



In allen Fällen werden zwischen den Bögen Isolirschichten a, aus Asphalt oder Cement hergestellt. Um die Wände vor Seitennässe zu bewahren, können außerdem noch Bögen (wie in Fig. 164 und 165) oder Luftschichten b (Fig. 167) angelegt werden. Die Herstellung ausschließlich aus Béton ist am billigsten und genügt in vielen Fällen.

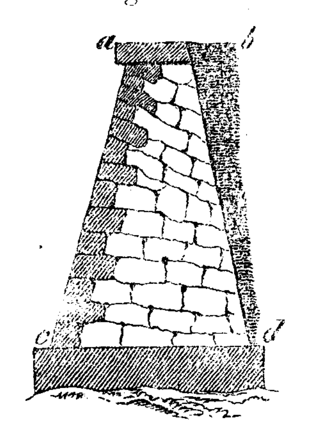
In schon vorhandenen Gebäuden dergleichen umgekehrte Gewölbe in Kellern anzulegen, ist immer mißlich, da sie nur mit der größten Mühe und zuweilen gar nicht mit den Kellermauern gehörig verbunden werden können, so daß alsdann das Grundwasser an den Seiten der Gewölbeanschlüsse hindurchdringt und den Keller nach wie vor überschwemmt.

n) Einzelne schlechte Stellen in den Fundamenten werden mit Bogen überspannt, Löcher und Vertiefungen aber, wie Brunnen und dergleichen, am besten sehr sorgfältig ganz ausgemauert. Im Ganzen ist es aber immer besser, durchlaufende Fundamentmauern zu machen, als auf einzelne Punkte mit überschlagenen Bogen zu gründen. Will man bei sehr hohen Fundamenten Material sparen, so mauert man unten ein durchgehendes Banquett, setzt darauf einzelne Pfeiler und verbindet dieselben unterhalb durch umgekehrte, oberhalb durch aufrecht stehende Bogen. Es müssen aber dergleichen Tragebogen nicht zu flach gemacht werden. Die umgekehrten Bogen zwischen den Pfeilern verursachen, daß der Druck des ganzen Mauerwerks gleichmäßig auf das unterste Banquett erfolgt, und daß die Pfeiler nicht als einzelne Punkte auf dasselbe drücken. Soll auf einem alten Grunde gebaut werden, so ist besonders zu berücksichtigen, ob derselbe auch im Stande ist das neue Gebäude zu tragen, oder wenn die Mauern durchgebrannt waren, ob sie noch hinlängliche Festigkeit besitzen, um haltbar zu sein.

§. 38. Von den Futtermauern.

Futtermauern nennt man solche Mauern, welche das Ufererdreich sowohl gegen Einsturz, als auch gegen das Eindringen und das Auswaschen des davor befindlichen Wassers schützen. Man unterscheidet stehende Futtermauern wie in Fig. 169 und 170 und liegende wie in Fig. 171—173, ab nennt man die Krone, ac die vordere Seite oder das Haupt. Die Hinterseite bd steht gegen das Erdreich. Die Grundsohle cd steht, wie hier angenommen, auf einem gemauerten Bauquett aus festem Grunde. Sollte der Untergrund nicht sicher,

Fig. 169.



sondern Auswaschungen ausgesetzt sein, so muß an der Wasserseite eine Spundwand gerammt werden, deren Bohlen wenigstens doppelt so lang sind als das Fundament tief werden soll. Diese Spundwand erhält oben Zangen, die mit derselben verbolzt werden, oder einen Holm (Rähm). Hierauf wird das Fundament ausgehoben und ausgemauert oder mit Béton ausgefüllt. Das Mauerwerk über der Spundwand wird nicht auf den Holm aufgelagert, sondern um 10—15^{zm}

Fig. 170.

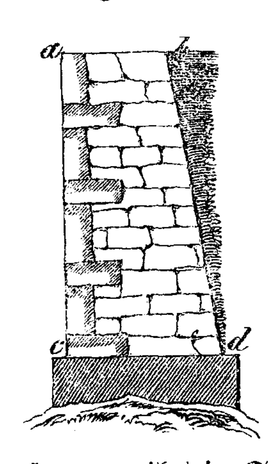
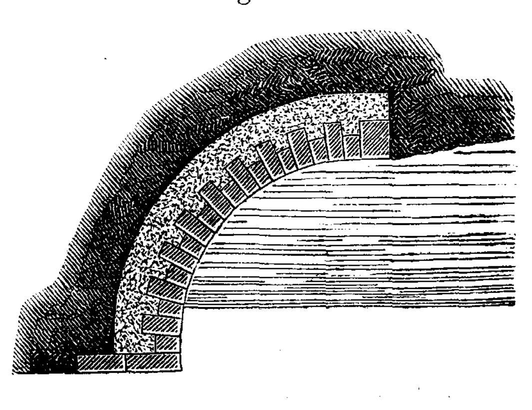


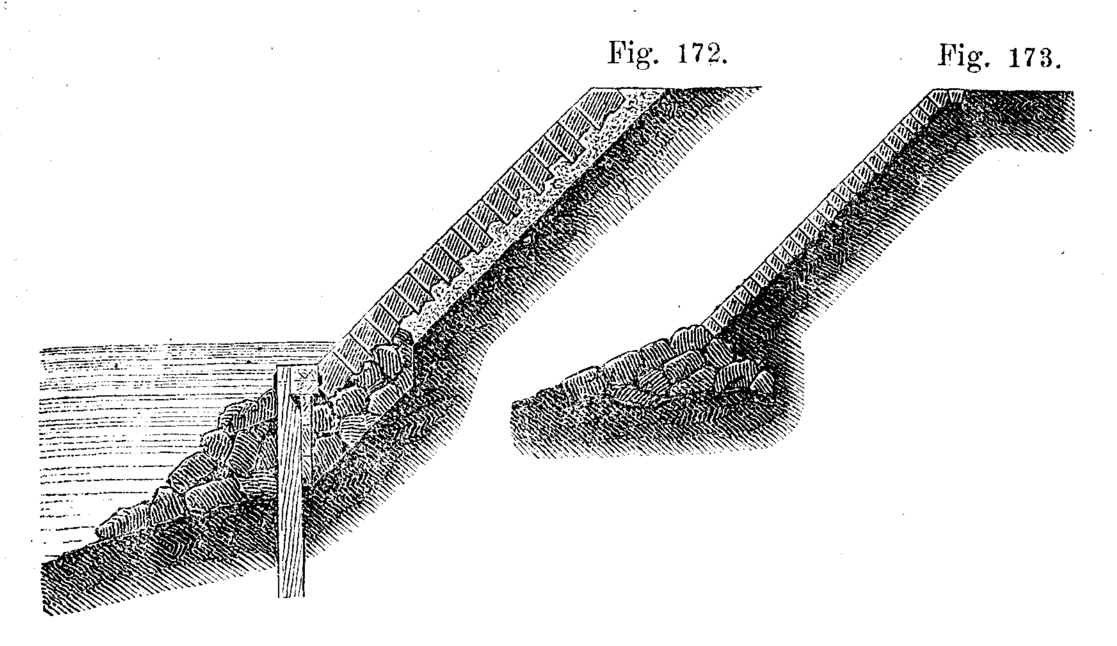
Fig. 171.



zurückgesetzt, weil die Spundwand nicht den Zweck hat zu tragen, sondern gegen Unterspülung zu sichern. Sind die Seiten der Futtermauern schräg, so heißen sie Böschungsmauern, und dann nimmt man die Richtung der Lagerfugen der Steine im Allgemeinen rechtwinklig zur Außenfläche der Futtermauern, weil sie dadurch dem Erddruck besser widersteht; jedoch pflegt man die vordere Seite lieber senkrecht zu machen, weil sie alsdann weniger der Verwitterung ausgesetzt ist. Hat die Futtermauer eine große Höhe oder eine große Länge, so pflegt man noch in Zwischenräumen, welche der einmaligen Höhe der Futtermauer gleich sind, Verstärkungs- oder Strebepfeiler anzubringen, welche für sich wieder so stark wie die Futtermauer gemacht und so gemauert werden, daß ihre Lagerflächen rechtwinklig zu ihren Stirnflächen laufen.

Für gewöhnliche Verhältnisse werden die Futtermauern oben $2^1/_2$—3 Ziegel stark gemacht, die mittlere Stärke beträgt $^1/_4$—$^1/_3$ der Höhe und die untere Stärke ergiebt sich, wenn man die Böschungslinie durch den oberen und mittleren Punkt zieht. Bei einer Höhe von 4^m ist die Stärke in der Mitte 1^m, oben 80^{zm} und unten 1,1^m.

Wenn die Futtermauer jedoch Erschütterungen auszuhalten hat, wie bei Eisenbahnen und Chausseedämmen, so muß die mittlere Stärke


Fig. 172. Fig. 173.

mindestens $^1/_3$ — $^1/_2$ der Höhe betragen; eine Futtermauer von 4^m Höhe würde in diesem Falle oben 1^m, in der Mitte 1$^1/_3$^{m} und unten 1,60^m stark werden.

Die Schräge der Böschungslinie darf im Aeußern bei Ziegelmauerwerk nicht mehr als $^1/_{18}$ der Höhe betragen, bei Mauern aus Werkstücken $^1/_{12}$ der Höhe; hinten, wo sich Erdboden gegen die Mauer lehnt, arbeitet man gewöhnlich nicht nach einer schrägen Böschungslinie, sondern ersetzt dieselbe dadurch, daß man die Mauer in einzelnen Absätzen aufführt. Vergl. Fig. 175. Die letzte Schicht eines Absatzes muß im Innern eine Streckerschicht sein und der folgende Absatz darf bei Ziegeln nicht mehr als $^3/_4$ der Länge des Steines, bei Bruchsteinen nicht mehr als 30^{zm} zurückspringen.

Zu den Futtermauern muß man, namentlich auf der Wasserseite, ein Gestein nehmen, das von der Nässe nicht angegriffen wird, also am liebsten Granitplatten und Granitsteine, welche wie in Fig. 169 und 170, abwechselnd so gelegt werden, daß die schwächeren Plattenschichten durch darüberliegende in die Mauer hineinbindende Steine gehalten werden. Die Hintermauerung kann von geringeren Steinsorten, selbst mit Kalksteinen geschehen, da diese sich, von der Erde bedeckt, gut halten. Auch scharf gebrannte Mauersteine, sogenannte Klinkersteine, kann man (in Cement vermauert) zur vorderen Seite der Futtermauern anwenden; denn mittelscharfe faulen oft schon nach sieben Jahren aus.

Die Hinterfüllung der Futtermauern darf nicht eher vorgenommen werden, als bis sie ausgetrocknet sind. Man bedient sich dazu der Erde, des Sandes, auch kleiner Steine. Am zweckmäßigsten sind für die unteren Lagen größere Bruchsteine, die mit Lehm oder Thon in ihren Zwischenräumen ausgefüllt werden. Zu den oberen Lagen nimmt man gern Lehm oder Thon, der wie Ziegelgut durcheinander gearbeitet und in wagerechten Schichten eingestampft wird. Ueberhaupt muß man alle Näsße so abzuhalten suchen, daß sie nicht hinter die Mauer dringen kann. Deswegen muß von der Krone nach hinten abwärts ein abhängiges Pflaster gemacht werden, um die Näsße von der Mauer zu entfernen und ihr tiefes Eindringen ins Erdreich zu hindern. Das Pflaster muß auf einer Thonlage liegen, die dicht an das Mauerwerk anschließt.

Die liegenden Futtermauern Fig. 171—173 sind für sich nicht stabil, sondern bilden gleichsam nur eine Bekleidung der Erdböschung

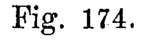
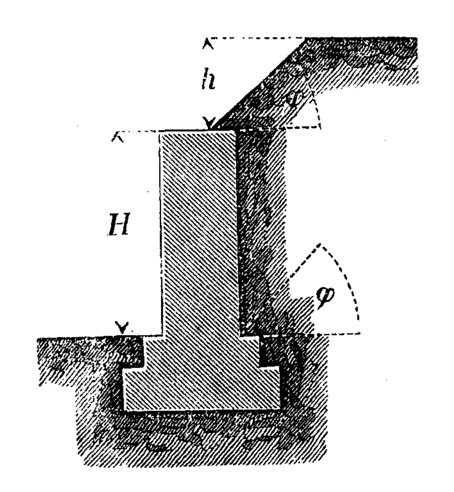


Fig. 174.



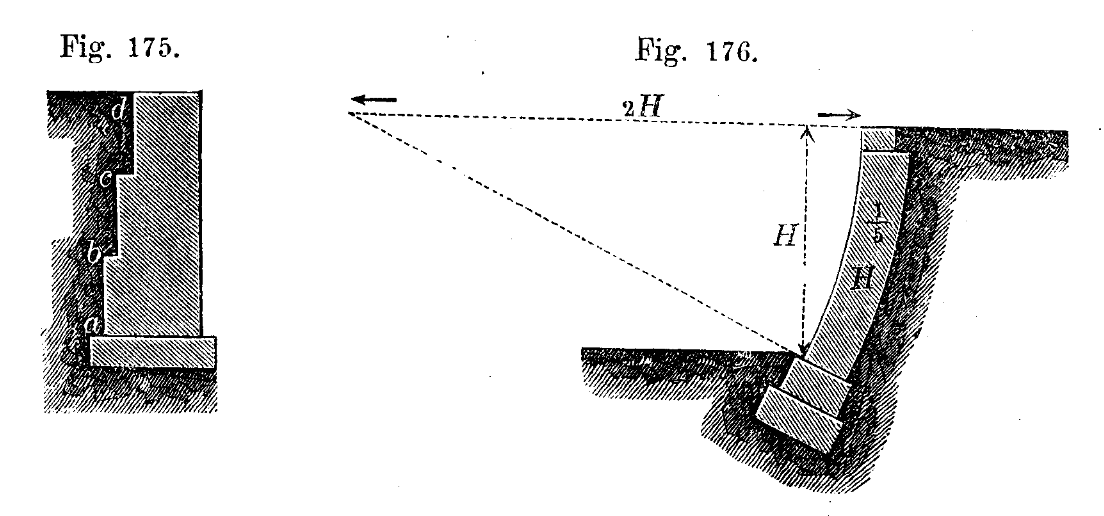
mittelst Mauerwerk, und werden auch häufig durch eine bloße Abpflasterung derselben ersetzt, wie Fig. 173 zeigt.

Die Bestimmung der Mauerstärke für Futtermauern geschieht nach Schwarz: wenn φ Fig. 174 der Böschungswinkel $= 30^0$ angenommen, und der Reibungs-Coefficient zwischen der Mauer und der Erde, worauf sie steht, $= \frac{2}{3}$, so erhält man für die Mauer mit verticaler Vorder- und Hinterfläche, wenn H die Mauerhöhe, h die Höhe der Hinterfüllung über der Mauerkrone, welche mit der natürlichen Böschung abfällt, einerlei, wo der Fuß der Böschung auf der Mauerkrone sich befindet, folgende Tabelle:

Werthe von h	Stärke der Mauer unter Voraussetzung der Stabilität gegen		Wirklich nöthige Stärke.
	Drehung	Gleiten	
$h=0$	$\frac{1}{3}$ H	$\frac{1}{4}$ H	$\frac{1}{3}$ H
$h=\frac{H}{4}$	0,39 H	0,35 H	0,39 H
$h=\frac{H}{2}$	0,42 H	0,40 H	0,42 H
$h=H$	0,45 H	0,46 H	0,46 H
$h=2H$	0,47 H	0,50 H	0,50 H
$h=\infty$	0,50 H	0,562 H	0,562 H

Hagen sagt in seinem Handbuch der Wasserbaukunst: Es erscheint eine solche Anordnung der Futtermauern am solidesten, wobei das Profil an jeder Stelle hinreichend stark ist, um dem Erddrucke zu widerstehen; Strebepfeiler, sowie jede sonstige Befestigung werden dadurch entbehrlich. Außerdem ist im Allgemeinen gewiß die lothrechte Aufführung der äußeren Mauerfläche einer Dossirung vorzuziehen. Dagegen kann man ohne Nachtheil die innere Fläche dossiren, oder besser, sie mit Banquetten versehen, wodurch eine starke Belastung der Mauer durch die Hinterfüllungserde veranlaßt wird, welche wesentlich zur Vergrößerung der Stabilität beiträgt.

Fig. 175. Fig. 176.



Vorstehende Figur 175 zeigt ein solches Profil. Die mittlere Stärke der Mauer beträgt gewöhnlich zwischen ein Viertel und ein Drittel, also durchschnittlich $^2/_7$ der Höhe.

Gekrümmte Mauern. Die Stärke gekrümmter Stütz- und Futtermauern (Fig. 176) beträgt = $^1/_5$ der Höhe = $^1/_5$ H, ihr Halbmesser = 2 H, und der Mittelpunkt des Halbmessers kommt in der Horizontale der Mauerkrone zu liegen, der Fuß der Mauer ist hinreichend tief, und, wenn es angeht, normal gegen die Böschung der Vorderfläche zu legen. Ebenso die Fugen. Die Hinterseite macht man womöglich vertical, sonst aber viele und kleine Abtreppungen. Auch ist für hinreichenden Wasserabfluß zu sorgen.

§. 39. Mauerverband.

a) Allgemeines. Bereits in §. 29, auch §§. 34 und 35 haben wir einen allgemeinen Begriff des Steinverbandes kennen gelernt, und wir gehen nun zu dessen Kenntniß in einzelnen bestimmten Fällen über.

Hauptregeln des Steinverbandes sind:

1. Die wagerechten Fugen (Lagerfugen) zwischen je zwei Steinschichten bilden eine ebene Fläche durch die ganze Dicke der Mauer.
2. Die senkrechten Fugen (Stoßfugen), in zwei unmittelbar auf einander liegenden Schichten, dürfen nie auf einander treffen.
3. Die Stoßfugen müssen, soweit dies möglich ist, durch die ganze Stärke der Mauer reichen.
4. Je mehr Schichten übereinander liegen, ohne daß die senkrechten Fugen derselben auf einander treffen, um so fester wird der Verband.
5. Bildet die Mauer eine Ecke, so kommen die Steine in der einen Front hauptsächlich nach der Länge der Mauer, in der andern nach deren Dicke zu liegen.
6. Bei unregelmäßig geformten Steinen gelten zwar ganz dieselben Regeln, jedoch können sie begreiflicher Weise nicht so streng durchgeführt werden, als bei regelmäßig geformten Steinen; doch müssen die bei 1. und 2. gestellten Bedingungen möglichst erfüllt werden.

Früher haben wir die Größe der gebrannten Mauersteine bereits angegeben, und ist hierbei noch zu bemerken: das Verhältniß der Breite eines Ziegels zu seiner Länge ist für einen guten Verband durchaus nicht gleichgültig, im Gegentheil müssen zwei Steinbreiten, mit dem zugehörigen Zwischenraume für die Kalkfuge, immer die Länge eines Steines ausmachen. Die Höhe oder Dicke des Steines dagegen ist gleichgültig in Bezug auf obiges Verhältniß. Auch ist es durchaus nothwendig, daß die Steine in einem Mauerwerk gleiche Höhe haben, weil sonst ein sehr unregelmäßiger, folglich schlechter Verband entstehen würde.

Bei dem vorschriftsmäßigen Steinformate:

25 zm Länge, 12 zm Breite, 6,5 zm Dicke

sind auf die Stoßfugen 1 zm gerechnet, denn es ist $(2 \times 12) + 1 = 25$ zm. Es soll demnach diese senkrechte Kalkfuge 1 zm stark gemacht werden. Es gilt dies indessen nur für die Stoßfugen, die Lagerfugen nimmt man gewöhnlich zu 1,3 zm an.

Es ist ganz besonders darauf zu sehen, daß nicht Ziegel von verschiedenem Formate durcheinander vermauert werden, weil dies einen sehr schlechten Verband giebt. Kann man bei einem Mauerwerk nicht überall Steine von gleichem Format haben, so muß man die gleichen Steine so weit vermauern, als sie zureichen, dann das Mauerwerk wagerecht abgleichen, und auf dieser Abgleichung mit dem andern Format in dem, diesem zugehörigen Verbande weiter fortfahren.

Ein Ziegelstück, welches die ganze Länge und Breite eines Steines hat, heißt ein ganzer Stein.

Ein Ziegelstück, welches die ganze Breite und 3/4 der Länge eines ganzen Steines hat, heißt ein Dreiquartierstück.

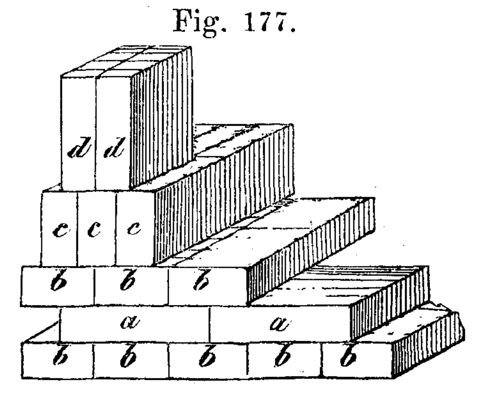
Ein Ziegelstück, welches die ganze Länge und die Hälfte der Breite eines Steines hat, heißt ein Riem- oder Kopfstück.

Ein Ziegelstück, welches die ganze Breite und die halbe Länge eines Steines hat, heißt ein halber Stein oder ein Zweiquartierstück.

Steinstücke, welche 1/2, 3/8 oder 1/4 von der Länge oder Breite eines ganzen Steines haben, heißen überhaupt Quartierstücke.

Die Steine a Fig. 177, welche mit ihrer längsten Fläche nach der Längenrichtung der Mauer liegen, heißen Läufer, und eine Schicht solcher Steine eine Läuferschicht.

Fig. 177.



Die Steine, welche mit ihrer längsten Fläche nach der Dicke der Mauer liegen, heißen Strecker oder Binder, und eine Schicht solcher Steine eine Streckerschicht (oder Binderschicht). Fig. 177 b.

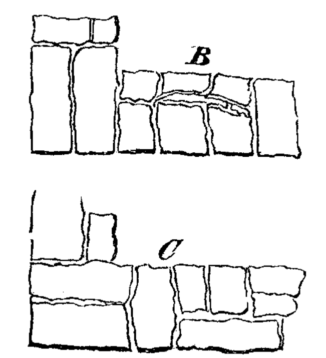
Eine auf die hohe Kante gestellte Steinschicht, bei welcher die Länge der Steine (wie bei der Streckerschicht) rechtwinklig zur Längenrichtung der Mauer steht, heißt eine Rollschicht Fig. 177 c; denkt man diese hochgekantet, so entsteht eine Kopfschicht Fig. 177 d.

Man pflegt hauptsächlich da eine Rollschicht zu legen, wo man befürchtet, daß die Steine von einer darauf ruhenden Last zerdrückt, oder von herabfallender Nässe angegriffen werden könnten. Deshalb wird besonders die Plynthe eines Gebäudes oberhalb mit einer Rollschicht abgeglichen; eben so gleicht man das Fundament eines Holzgebäudes mit einer Rollschicht ab, damit bei dem Richten die Steine nicht so leicht zerschlagen werden; ferner würde man bei Balkenlagen, worunter keine Mauerlatten liegen, die oberste Mauerschicht aus einer Rollschicht bilden, damit diese oberste Schicht bei dem Kanten der Balken nicht so leicht zerschlagen wird.

Bei Mauerwerk von unregelmäßigen Steinen ist besonders darauf zu sehen, daß die Steine so viel wie möglich im Verband zu liegen kommen, so daß jede lothrechte Fuge auf die Mitte eines darunter befindlichen Steines trifft, und wieder von dem darüber liegenden gedeckt wird. Abwechselnd muß ein langer Stein als Binder (Ankerstein) durch die ganze Dicke der Mauer reichen; auch muß man darauf sehen, daß in den Ecken einer jeden Schicht möglichst große Steine zu liegen kommen, weil dies die schwächsten Stellen der Mauer sind. Bei Bruchsteinmauern aus Sandstein legt man an den Ecken 2—3 Bindesteine nebeneinander. Vergl. Fig. 178 A B C. Uebrigens müssen alle Steine so auf einander gepackt werden, wie sie in den Geschieben des Gebirges gelagert waren, weil sie sonst leicht (wie namentlich Kalkstein) zerbröckeln oder spalten.

Fig. 178.





b) Der sogenannte Blockverband, Fig. 179, entsteht, wenn in einer Mauer immer eine Läuferschicht mit einer Streckerschicht der Höhe nach abwechselt. Es wird also in diesem Verbande immer die dritte Schicht in ihrer senkrechten Fuge mit einer unteren übereinstimmen. Hierzu kommen also die sämmtlichen Fugen der Läuferschichten, so wie der Streckerschichten, senkrecht übereinander zu stehen.

c) Der Kreuzverband, Fig. 180, entsteht, wenn die Steine so im Verbande gelegt werden, daß eine dreimalige Verwechslung der Stoßfugen in den über einander liegenden Steinschichten entsteht, dergestalt, daß die Stoßfugen der ersten, fünften, neunten Läuferschicht, ferner der zweiten, vierten, sechsten, achten, zehnten Binderschicht, so-

Fig. 179.

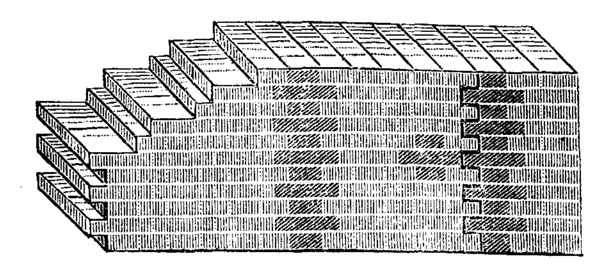


Fig. 180.

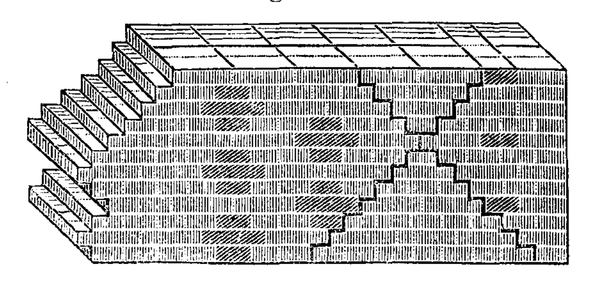
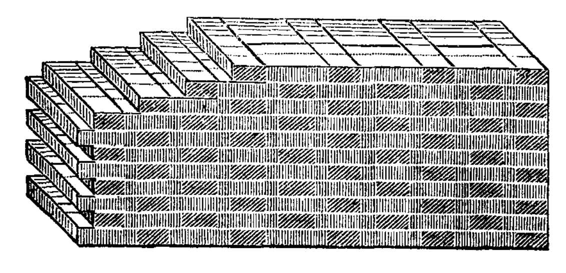


Fig. 181.



wie endlich die Stoßfugen der dritten, siebenten, elften Läuferschicht 2c. lothrecht übereinander stehen.

d) **Der polnische Verband**, Fig. 181, entsteht, wenn in jeder Schicht ein Läufer jedesmal neben einen Strecker zu liegen kommt. Man findet diesen Verband gewöhnlich nur noch bei altem Mauerwerk; er wird auch der gothische genannt.

e) **Steinverbände zu Mauern von 1 und $1\frac{1}{2}$ Stein Stärke.** Fig. 182. Die beiden Steinschichten A und B bilden, wenn sie nach der Höhe beständig mit einander abwechseln, einen Blockverband von der Stärke eines Steines. Die Stoßfugen der Laufschicht B treffen jedesmal auf die Mitte eines Binders in der Streckschicht A.

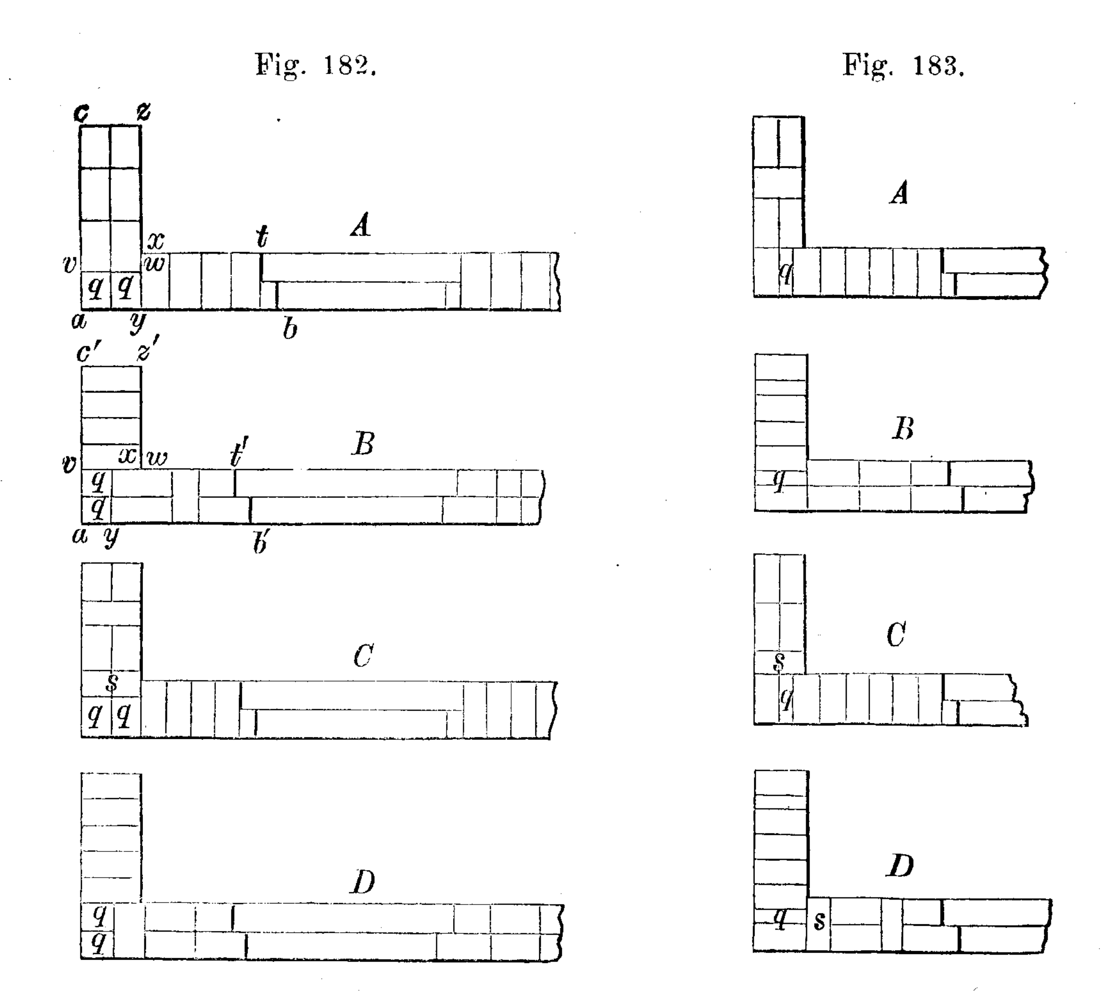
Um in den Ecken einen richtigen Verband hervorzubringen, muß man sich folgende allgemeine Regeln merken: von den beiden in der Ecke der Schicht A rechtwinklig gegen einander stehenden Stoßfugen xy und vw muß immer die eine, xy, mit der innern Mauer geradlinig zusammentreffen, während die andere Fuge xw jedesmal um eine $1/4$ Steinlänge oder eine halbe Steinbreite gegen die zweite innere Mauerkante xt versetzt werden muß. In der folgenden Schicht B trifft dann umgekehrt die Fuge vw mit der innern Mauerkante zusammen, und die andere xy wird eingezogen. Nur durch strenge Beobachtung dieser Regel, die übrigens für alle Mauerstärken gilt, kann man verhüten, daß nicht Fuge auf Fuge zu stehen komme. Diese Verrückung nach einer Seite um eine halbe Steinbreite kann auf zweierlei Weise bewirkt werden:

1) durch Dreiquartierstücke qq in Fig. 182 BD;
2) durch Kopf- oder Riemstücke pp in Fig. 182 AC.

So wie die beiden Schichten AB einen Blockverband bilden, so

geben alle vier Schichten, wenn sie nach der Ordnung ABCD ABCD ꝛc. über einander liegen, in beiden Fronten einen Kreuzverband. Hier, wie bei dem Blockverbande, wechselt immer eine Streckschicht mit einer Laufschicht ab, dergestalt, daß die Stoßfugen sämmtlicher Streckfugen (A und C) lothrecht übereinander treffen; die Stoßfugen einer jeden Laufschicht (BD) dagegen immer auf die Mitte der Läufer in den zunächst liegenden Laufschichten zu stehen kommen. Die Stoßfugen der Laufschicht D z. B. treffen verlängert auf die Mitte der Läufer in der

Fig. 182. Fig. 183.



Schicht B, was dadurch bewirkt ist, daß man in der Laufschicht D neben den beiden in der Ecke befindlichen Dreiquartierstücken q q zuerst einen Strecker s legt und hiernach die Schicht mit Läufern fortsetzt, während in der andern Läuferschicht B neben den Dreiquartieren q q unmittelbar die Läufer folgen. Dasselbe gilt für die aus Läufern bestehenden Fronten der Schichten A und C.

Fig. 183 zeigt, wie bei einer Mauer von der Stärke eines Steines sowohl der Blockverband als auch der Kreuzverband mittelst Kopf- oder Riemstücken hergestellt werden kann, so daß, wenn die beiden

Schichten AB beständig unter einander abwechseln, ein Blockverband entsteht, und daß sich ein richtiger Kreuzverband ergiebt, wenn alle vier Schichten nach der Ordnung ABCD, ABCD ꝛc. übereinander zu liegen kommen. Die Verschiedenheit in der Anordnung besteht nur darin, daß hier Riem- oder Kopfstücke qq in den Ecken angewendet sind, während in Fig. A bis D Dreiquartiere gebraucht wurden. Uebrigens finden hier dieselben praktischen Regeln und Bemerkungen Anwendung, die bei der vorigen Construction gegeben wurden.

Fig. 184.

Fig. 184. Die beiden Steinschickten A und B bilden, wenn sie nach der Höhe der Mauer beständig miteinander abwechseln, einen Blockverband zu einer Mauer von $1^1/_2$ Stein Stärke.

In der Ecke einer jeden Schicht kommen, um dem richtigen Verband hervorzubringen, 3 Stück Dreiquartiere zu liegen. An den Enden der Fronten ac und a′c′ sind in der einen Schicht A drei, und in der andern B vier Dreiquartiere erforderlich.

Kommen alle vier Schichten nach der Ordnung ABCD ꝛc. übereinander zu liegen, so entsteht ein $1^1/_2$ Stein starker Kreuzverband.

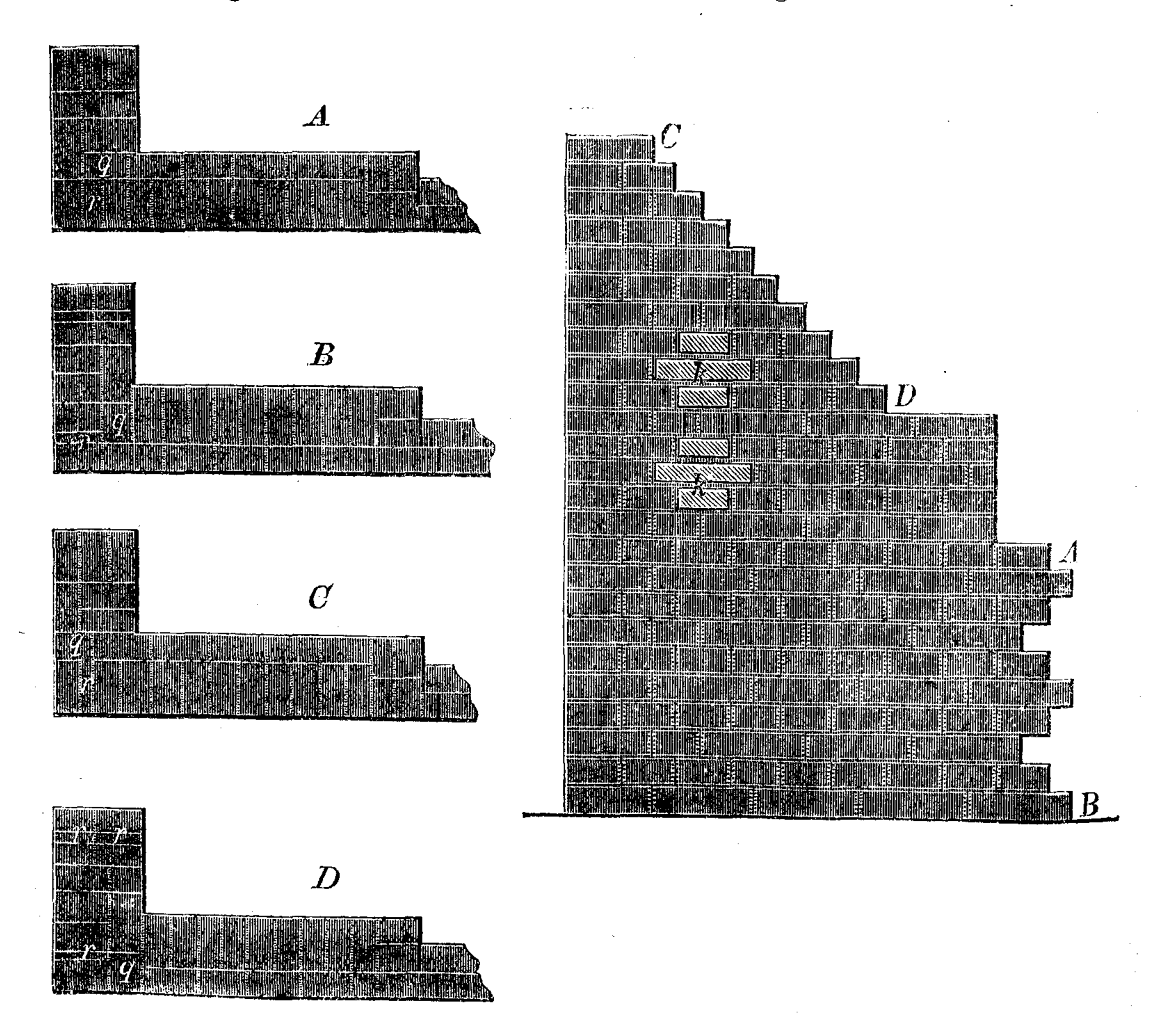
In jeder Front einer jeden Schicht liegen Läufer und Strecker hinter einander, wobei hauptsächlich darauf Rücksicht zu nehmen ist, daß, wenn in der Front ab der Schicht A außerhalb Strecker liegen, alsdann in der andern Front ac außerhalb Läufer gelegt werden müssen. Dasselbe gilt auch von den drei andern Steinschichten und von ihren inneren Fronten.

Damit die Stoßfugen der äußeren Läuferreihe der Schicht D lothrecht über die Mitte der Läufer von B zu stehen kommen, so muß man in der Ecke von D, neben dem Dreiquartierstück q, einen halben Stein k legen und an dieses müssen sich die Läufer an-

schließen; dagegen kommen in der Schicht B außerhalb lauter Läufer zu liegen. Eben so verfährt man bei den äußern und innern Läuferreihen der Schichten A und C, wo jedesmal in der einen Schicht, zunächst an der Ecke, ein Kopfstück k den Anfang der Läuferreihe macht, während in der andern Schicht blos Läufer liegen. Die Regel muß man nicht aus der Acht lassen, denn wollte man z. B. das Kopfstück k in der innern Läuferreihe von C weglassen, so würde man außerhalb zwar einen richtigen Kreuzverband erhalten, allein innerhalb entstände dann ein Blockverband.

Fig. 185. Von den hier dargestellten 4 Steinschichten bilden die beiden ersten AB einen Blockverband; alle vier ABCD geben dagegen einen Kreuzverband, ebenfalls zu einer $1^1/_2$ starken Mauer.

Fig. 185. Fig. 186.



Was bei der in der vorigen Fig. 184 gezeigten Construction durch drei Dreiquatiere nebst halbem Stein bewirkt wurde, ist hier durch ein Dreiquatierstück q und Kopfstück r in jeder Ecke hervorge

bracht. Im Uebrigen findet hier dieselbe regelmäßige Verwechslung der Fugen statt, wie bei der vorigen Construction.

Fig. 186. Ansicht einer Mauer im Kreuzverbande, nach der in Fig. 182 und 184 gezeigten Anordnung. Der Kreuzverband ist in der äußern Ansicht daran erkenntlich, daß sich hier lauter Kreuze k bilden, von denen die übereinander stehenden durch Stoßfugen der Laufschichten mit einander verbunden sind. Die in dem Vorhergehenden angegebene Verwechslung ist hier deutlich zu bemerken, namentlich daß die Stoßfugen sämmtlicher Streckschichten lothrecht auf die der ersten trifft. AB ist eine sogenannte Verzahnung. Dieselbe ist beim Kreuzverbande rhytmisch.

Dieser Verband ist bei jeder Mauerstärke anzubringen, und da er ein regelmäßiges und größeres Ineinandergreifen der Steine bewirkt, so ist er dem Blockverbande vorzuziehen.

Fig. 187.

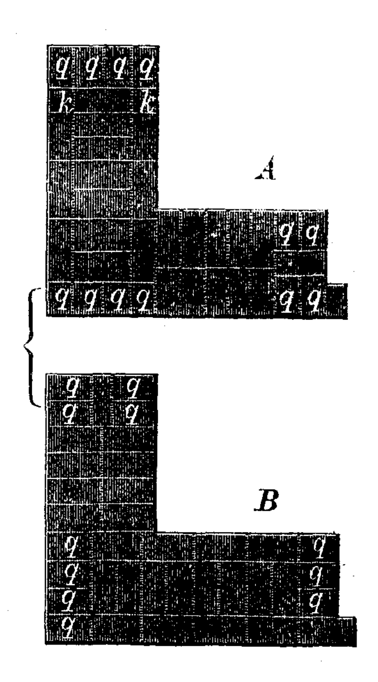


Fig. 188. Ansicht einer Mauer im Blockverbande. In der äußern Fläche dieser Mauerfront gestalten sich zwar auch übereinander stehende Kreuze, die aber nicht, wie beim Kreuzverbande, durch Stoßfugen von einander getrennt sind, sondern ineinander treffen und sich gegenseitig ergänzen.

Die Stoßfugen sämmtlicher Streckschichten stehen hier in derselben Art lothrecht übereinander, wie die der Laufschichten.

Bei AB ist die regelmäßige Verzahnung der Mauer vorgestellt. Der Vergleich beider vorstehender Figuren lehrt den Unterschied bei Verzahnung und Abtreppung des Block- und des Kreuzverbandes.

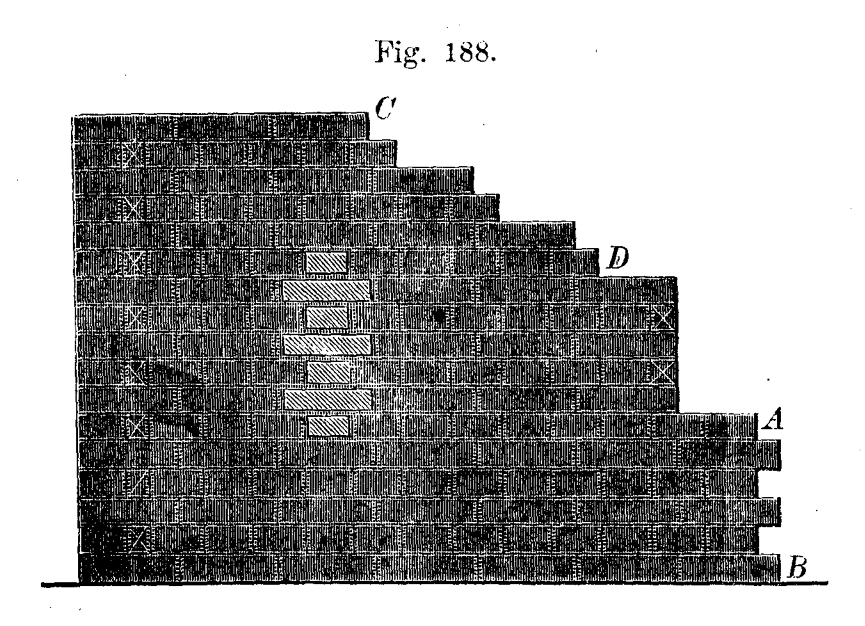
f) Mauerverbände zu Mauern von 2 und $2^1/_2$ Stein Stärke.

Fig. 186 — 187 stellt zwei Schichten A und B zu einer 2 Stein starken Mauer im Blockverbande vor.

Bei jeder Schicht liegen in der einen Front außerhalb Läufer, in der andern Strecker, die Stoßfugen gehen durch die ganze Mauerstärke, und dabei ist die früher gegebene Regel stets beobachtet, von beiden, zunächst der innern Ecke rechtwinklig gegeneinanderstehenden

Fugen die eine um einen halben Stein einzuziehen und die andere mit der innern Mauerkante geradlinig auslaufen zu lassen. Dadurch werden bei dieser Mauerstärke in jeder Ecke vier Dreiquatierstücke

Fig. 188.



qqqq erforderlich. Am Ende der Mauer läuft die Streckschicht B mit vier Dreiquartieren und einem ganzen Steine aus, wo hingegen die andere Schicht A mit vier Dreiquartieren qqqq und zwei halben Steinen kk endigt.

Fig. 189. Zwei Steinschichten A und B eines Blockverbandes, für eine $2\frac{1}{2}$ Stein starke Mauer.

Für jede Schicht sind in der Ecke fünf Dreiquartiere, im Uebrigen aber lauter ganze Steine zum richtigen Verbande nöthig. An den Enden liegen in der Schicht A fünf Dreiquartiere q und ein halber Stein k; in der Schicht B aber vier Dreiquartiere nebst einem halben Stein.

Fig. 189 CD stellt den gewöhnlichen Blockverband von $2\frac{1}{2}$ Stein dar. Sowohl in der Schicht C als in der Schicht D sind in der Ecke nur ein Dreiquartier q, nebst zwei ordinären Riemstücken rr, sonst aber lauter ganze Steine erforderlich. Die Schicht C endigt mit ganzen Steinen, die andere D hingegen enthält am Ende vier Dreiquartiere q und außerdem noch drei ordinäre Riemstücke r nebst einem halben Stein k.

g) Steinverbände zu 3, $3\frac{1}{2}$ und 4 Stein starken Mauern.

Fig. 190 AB zeigt einen Blockverband zu einer Mauer von 3 Stein Stärke.

Die Dreiquartiere, halbe Steine, Kopfstücke, welche, des richtigen Verbandes wegen, in den Ecken und an den Enden erforderlich sind, findet man in den sämmlichen Figuren, welche sich auf Mauerverband beziehen, mit q k r bezeichnet.

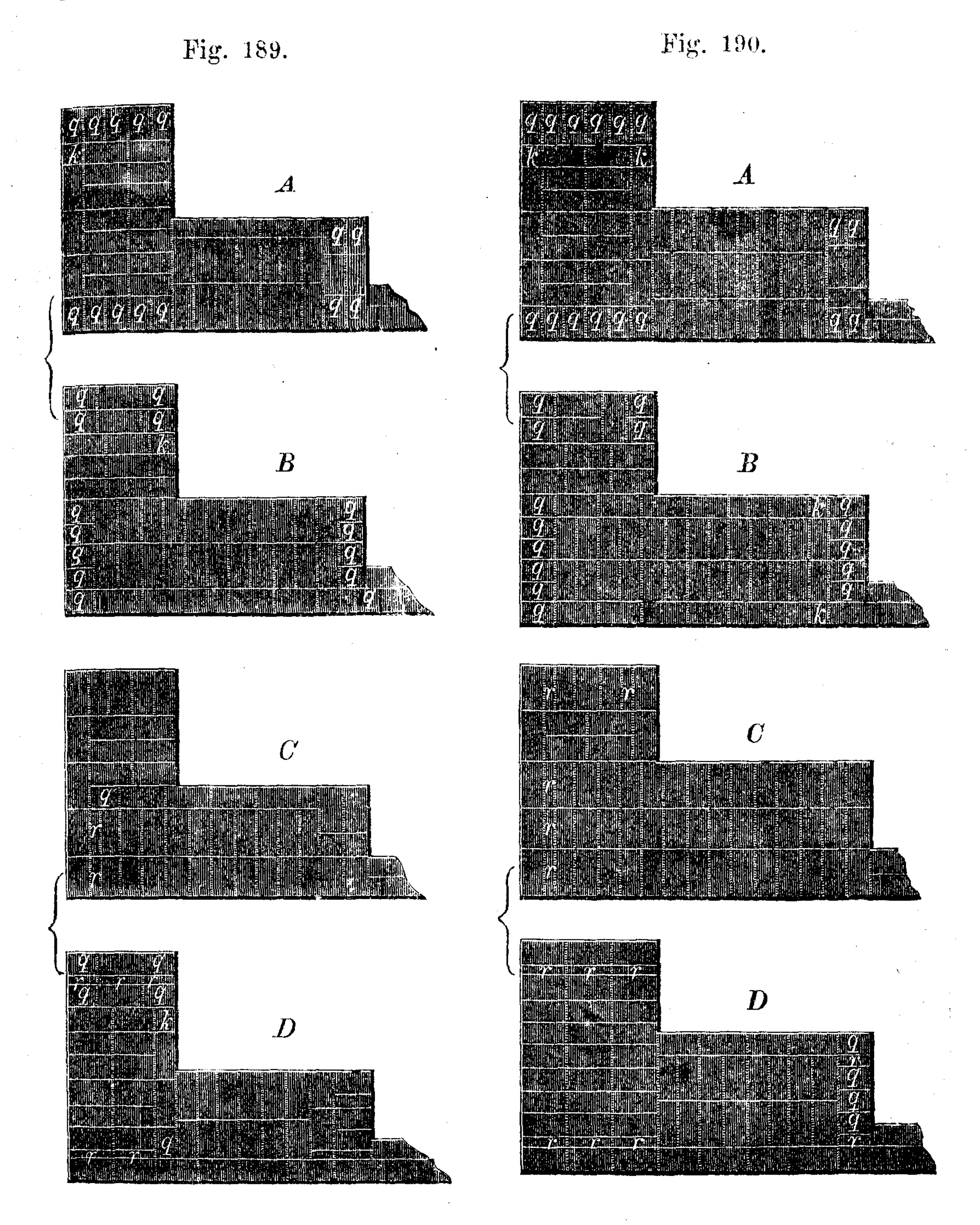


Fig. 190 CD stellt dieselbe Mauerstärke in einem andern Blockverbande, dessen Endlösungen durch Riemstücke bewerkstelligt sind, dar.

Fig. 191 A.B. Zwei Steinschichten A und B eines Blockverbandes zu einer $3^1/_2$ Stein starken Mauer.

Fig. 191 CD stellt den Blockverband für dieselbe Mauerstärke von $3^1/_2$ Stein dar mit Endlösung in 2 Riemstückdreiquartieren.

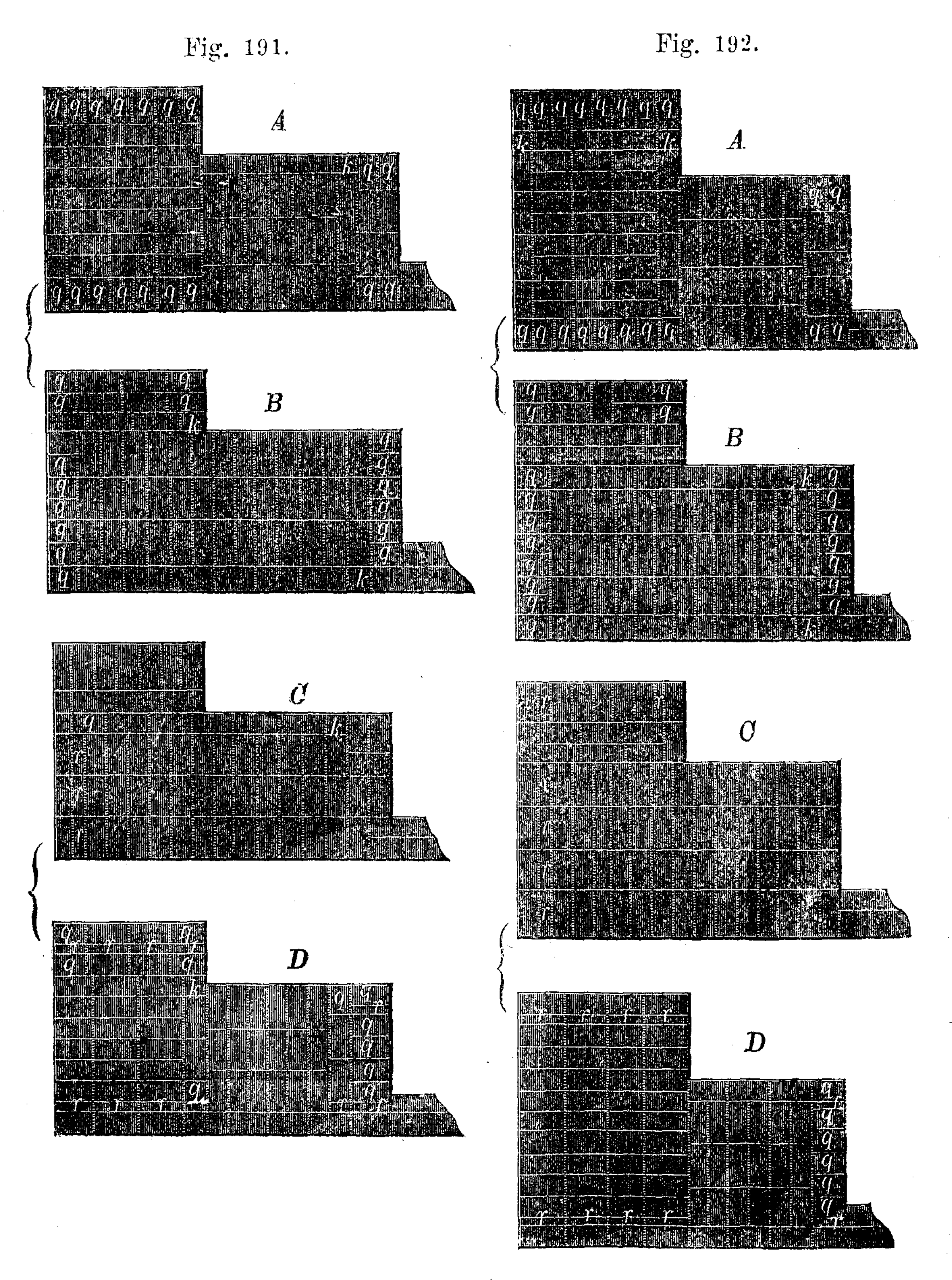


Fig. 191. Fig. 192.

Fig. 192 AB. Die beiden hier abgebildeten Schichten A und B geben einen richtigen Blockverband zu einer vier Stein starken Mauer mit Dreiquartieren.

Fig. 192 CD enthält zwei Steinschichten zu einem ebenfalls richtig

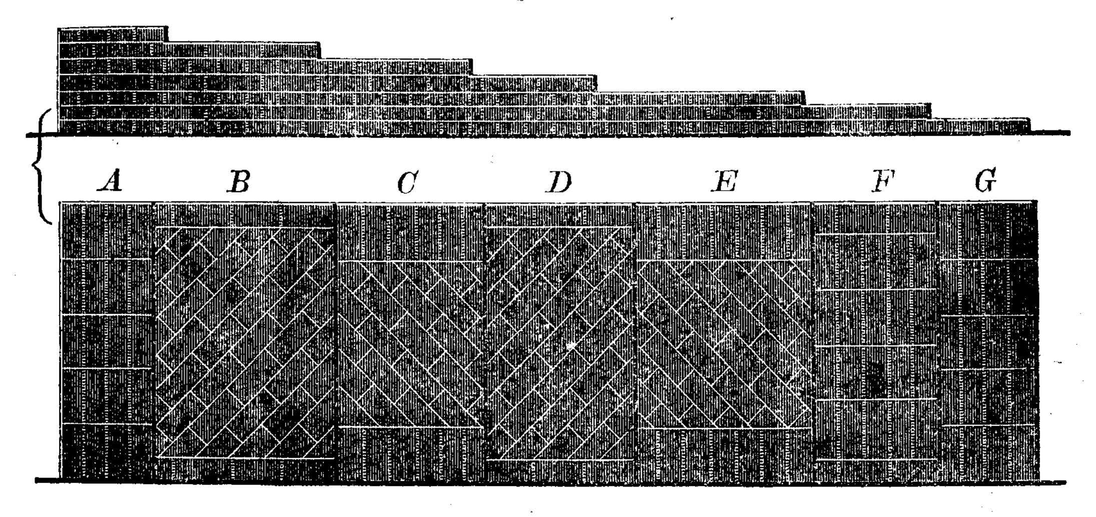
construirten Blockverbande für dieselbe Mauerstärke von 4 Stein mit Riemstücken.

Die Kreuzverbände, zu Mauern für die letztgedachten Stärken, sind nicht mehr abgebildet worden, weil sie sich aus den dargestellten Blockverbänden leicht construiren lassen. Man muß sich dabei nur erinnern, daß die Streckerschichten für alle Mauerstärken ungeändert dieselben bleiben, wie sie für den Blockverband angegeben sind, und daß nur durch halbe Steine zwischen den Läuferschichten die nöthige Verwechslung der Stoßfugen angeordnet werden muß, wodurch immer die Stoßfugen der einen Läuferschicht auf die Mitte der Steine in der andern zu stehen kommen.

b) Steinverbindung bei Kreuzlagen (Schmieg- oder Stromlagen) und Pfeilern.

Fig. 193. Darstellung eines Mauerverbandes mit abwechselnden Kreuzlagen. Bei dieser Steinverbindung wechseln sechs Schichten CBCDE und F mit einander ab, und zwar sind die Schichten A und F gerade Schichten, die vier folgenden sogenannte Kreuzlagen oder

Fig. 193.



Stromschichten. In den letzteren sind die Steine nach einem Winkel von 45° oder besser noch im steilern Winkel und in entgegengesetzten Richtungen übereinander gelegt, wodurch eine größere Verwicklung der Lagen und Fugen hervorgebracht wird, als dies bei Anwendung von lauter geraden Schichten möglich ist. Die Kreuzlagen BCDE werden an den äußern Fronten durch gerade Steinreihen verblendet, so daß die Ansicht der fertigen Mauer wie gewöhnlicher Blockverband oder Kreuzverband erscheint. Man wendet diese Art des Verbandes bei Festungsmauern, bei starken Futtermauern und Wassermauern

an, weil derselbe eine vorzügliche Festigkeit gewährt, und der Erschütterung und Trennung kräftig widersteht.

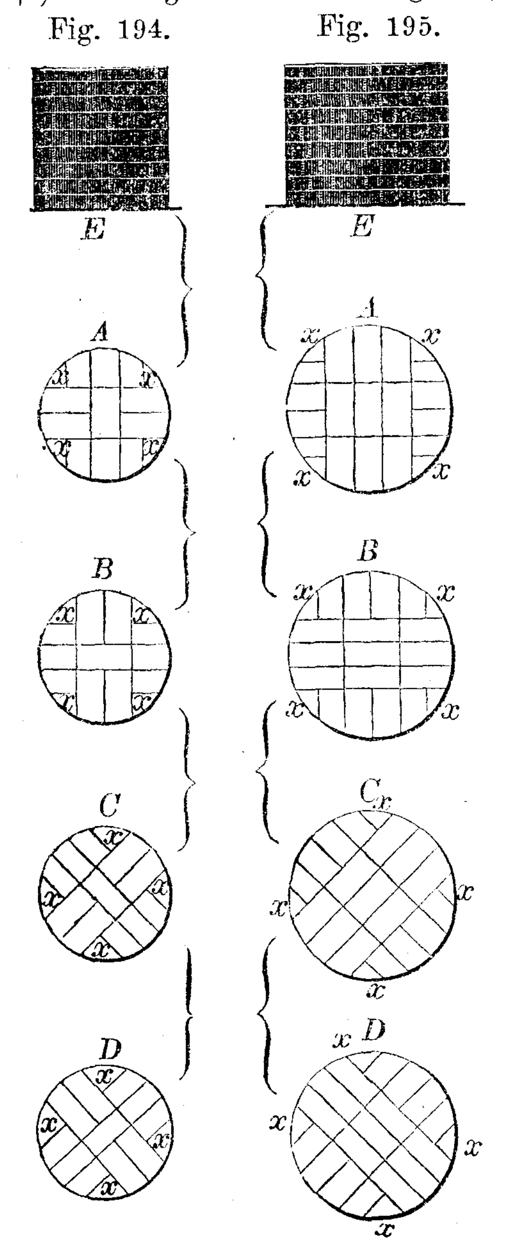


Fig. 194. Fig. 195.

Fig. 194 zeigt die Steinverbindung zu einem runden Pfeiler von $2^1/_2$ Stein Durchmesser, sowie

Fig. 195 die Construction eines ebenfalls runden gemauerten Pfeilers, von 3 Steinen Durchmesser dargestellt.

Beide Pfeiler sind aus behauenen Mauersteinen zu mauern angenommen; in beiden Figuren bezeichnet E den Aufriß der Pfeiler; ABC und D sind die einzelnen Steinschichten, welche nach der Höhe des Pfeilers mit einander abwechseln müssen, um einen guten Verband hervorzubringen. — Um noch einen vielfältigern Verband zu erzielen, werden zuerst die beiden Schichten AB im geraden Verbande über einander gelegt; darauf kommt die Schicht C dergestalt zu liegen, daß ihre Fugen sich mit denen der erstgenannten unter 45 Grad kreuzen. Auf die Schicht C legt man dann die Schicht D wieder in geradem Verbande, und auf diese Art wird mit der Abwechslung der 4 Schichten von unten bis oben fortgefahren.

Bei Pfeilern muß man so viele ganze Steine wie irgend möglich legen, durch Dreiquartiere werden dann die Endlösungen beziehungsweise Vorsprünge 2c. hergestellt, Fig. 196 und Fig. 197. Bei Säulen im Rohziegelbau sind unbedingt Formsteine nöthig, Fig. 198.

Fig. 199. Der polnische oder gothische Verband.

Fig. 199 oben ist der Aufriß eines fertigen Stückes Mauerwerk; A und B sind zwei Steinlagen dieses Verbandes. Dieser Verband besteht nur in der Einfassung, wo Läufer und Binder nach der Länge der Mauer neben einander gelegt werden, so daß die Binder über die Läufer hinaus in das innere Mauerwerk eingreifen. Innerhalb

kann die Mauer mit Bruchsteinen, Feldsteinen, Ziegelstücken, Schlacken ꝛc. ausgefüllt und mit Mauerspeise vergossen werden, die alles zu einer Masse (nach erfolgter Austrocknung) verbindet. Sehr viele alte, namentlich sogenannte gothische Gemäuer sind auf diese Art verbunden;

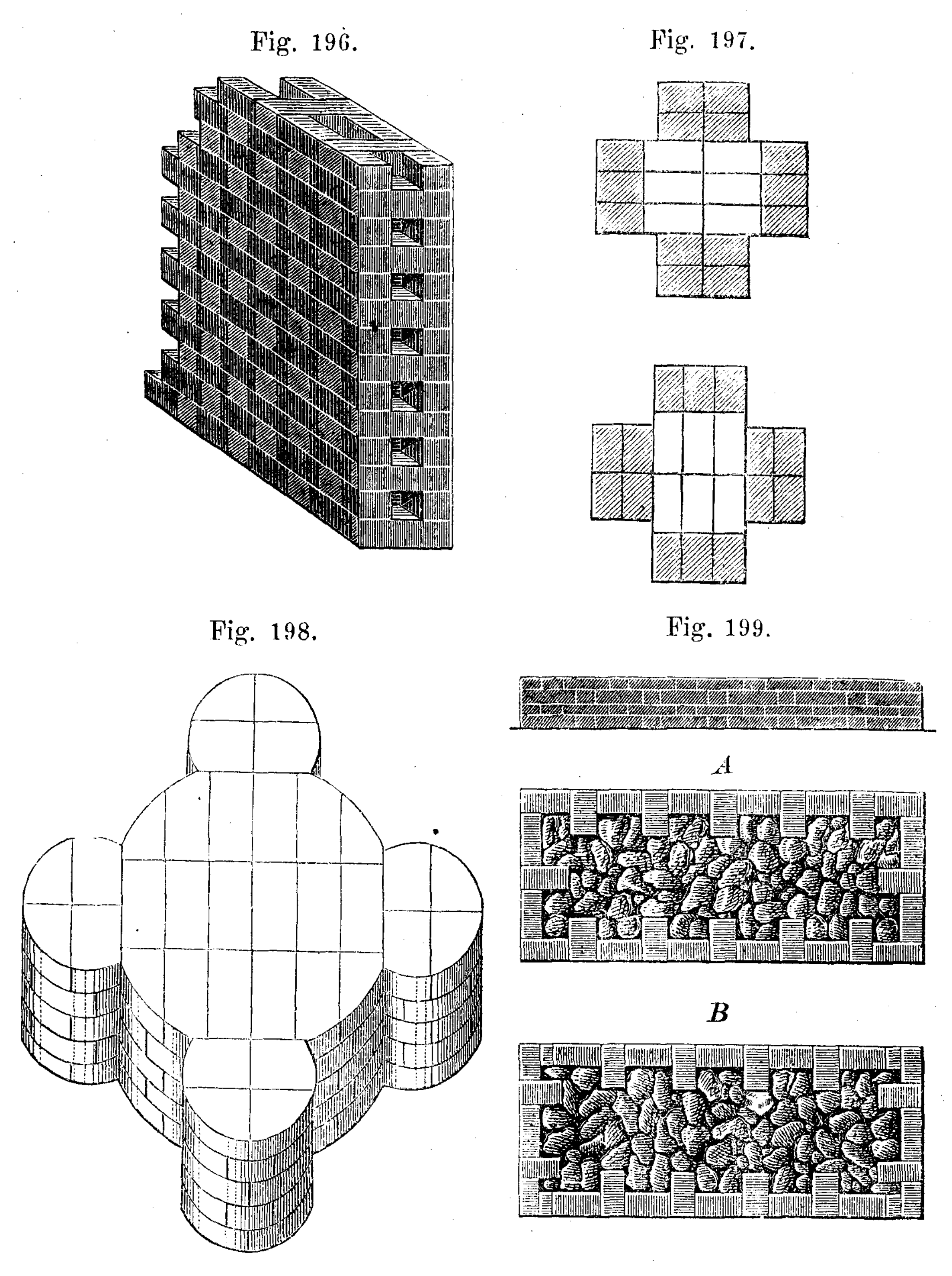


Fig. 196. Fig. 197. Fig. 198. Fig. 199.

dagegen macht man heut zu Tage wenig oder gar keine Anwendung von dieser Construction, weil sie, des ungleichförmigen Setzens wegen, nur mit großer Langsamkeit ausgeführt werden kann, und dabei doch

noch befürchten läßt, daß sich die gerade Steinverkleidung mit der Zeit von dem innern rohen Mauerwerk ablöse.

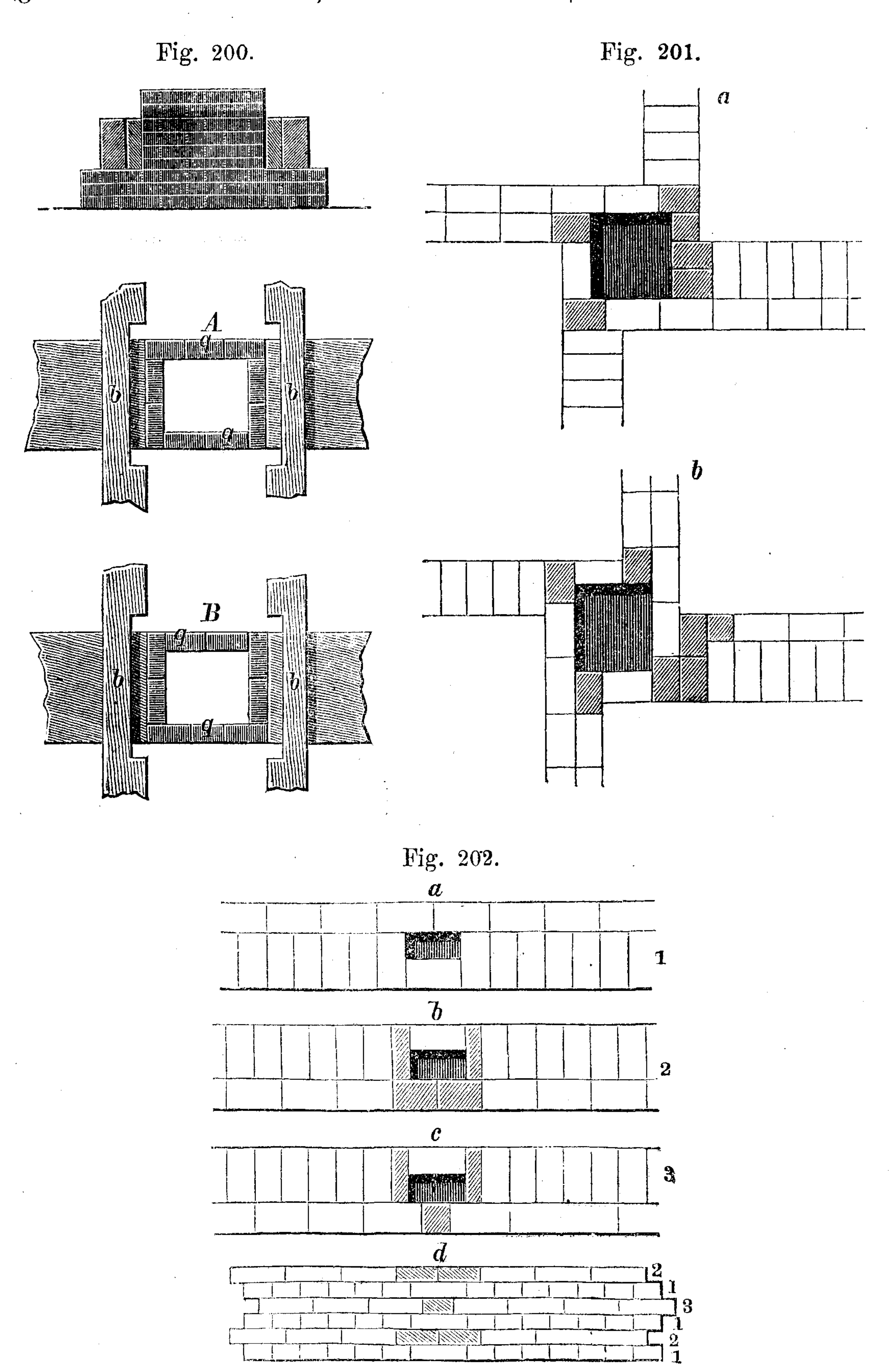


Fig. 200. Fig. 201. Fig. 202.

i. **Schornsteinverbände.** Da wir die gesetzlichen Bestimmungen über die Anlage der Schornsteine später bei den „**Feuerungsanlagen**" geben, so geben wir hier nur das für den Steinverband Nöthige.

Fig. 201 zeigt den Verband für weite Röhren.

Fig. 202 giebt verschiedene Querschnittsformen für russische Röhren, ebenso Fig. 203 und 204 mehrere Grundrißformen. Combinationen zwischen weiten und engen Schornsteinen zeigt Fig. 205.

Fig. 203. Fig. 204.

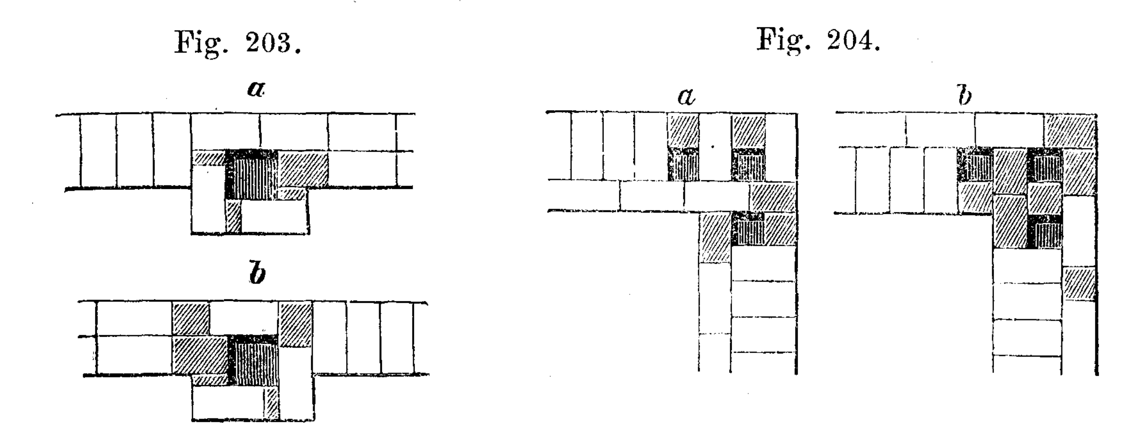


Fig. 205.

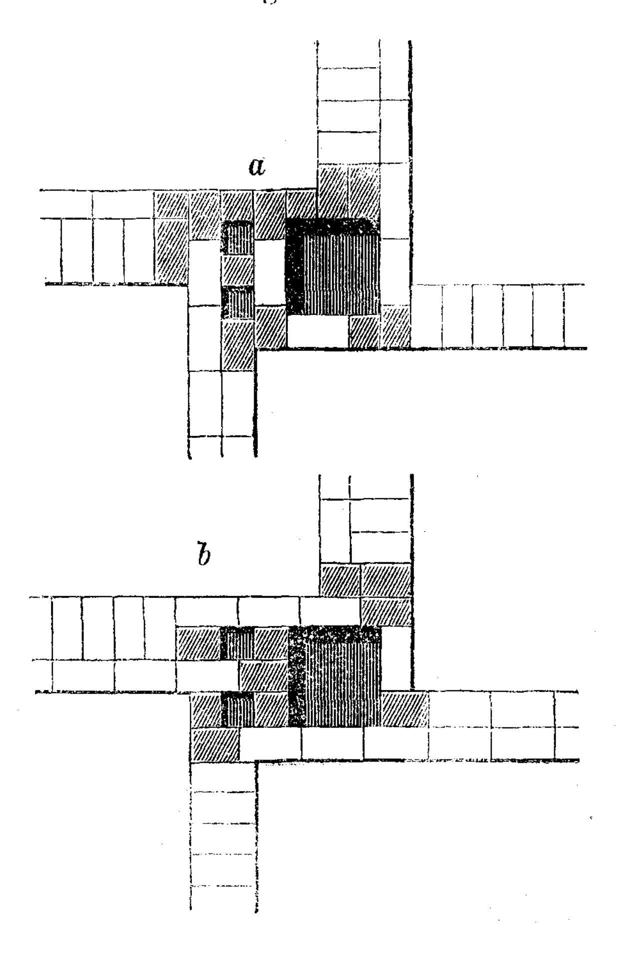
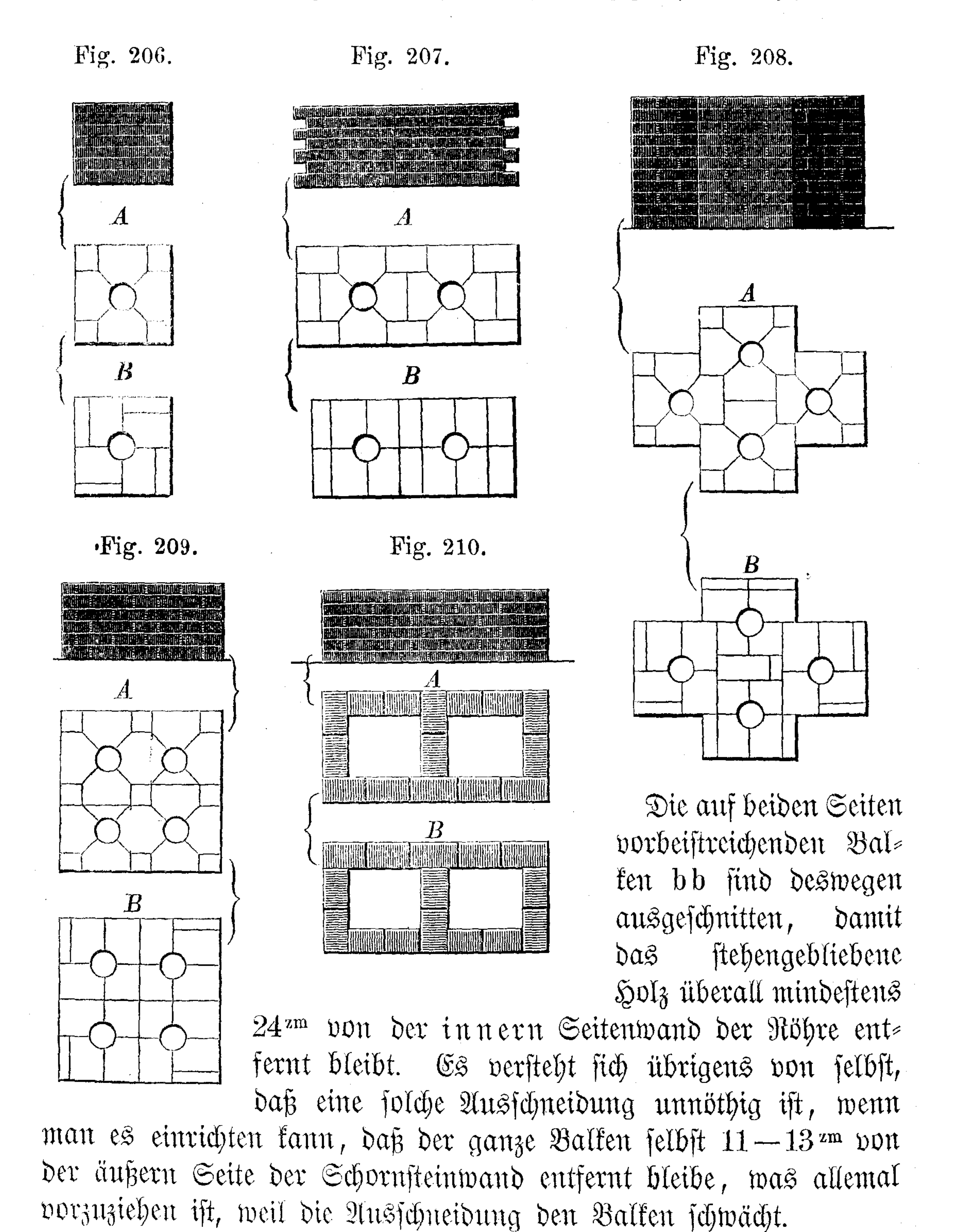


Fig. 200 zeigt den Verband einer gewöhnlichen Schornsteinröhre von $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Stein lichter Weite.

Fig. 200 ist der Aufriß, A und B sind 2 Steinlagen dazu, welche so mit einander abwechseln, daß niemals Fuge auf Fuge trifft; dazu sind in jeder Schicht zwei Dreiquartierstücke q q erforderlich.



Die auf beiden Seiten vorbeistreichenden Balken b b sind deswegen ausgeschnitten, damit das stehengebliebene Holz überall mindestens 24 zm von der innern Seitenwand der Röhre entfernt bleibt. Es versteht sich übrigens von selbst, daß eine solche Ausschneidung unnöthig ist, wenn man es einrichten kann, daß der ganze Balken selbst 11—13 zm von der äußern Seite der Schornsteinwand entfernt bleibe, was allemal vorzuziehen ist, weil die Ausschneidung den Balken schwächt.

Fig. 206 A und B. Eine einfache runde Schornstein-

röhre von 16^{zm} lichtem Durchmesser, aus besonders dazu geformten Steinen.

Fig. 206 ist die Ansicht; A und B sind die abwechselnden Steinlagen dazu.

Fig. 207 A und B zeigt die Steinconstruction, wenn in einer zwei Stein starken Mauer zwei eben solche aus Formsteinen gebildete Röhren neben einander zu liegen kommen.

Fig. 208 zeigt die Lage der Formsteine, wenn vier 16^{zm} starke runde Röhren, da, wo sich 2 Mauern rechtwinklig durchkreuzen, neben einander emporsteigen.

Fig. 209 A und B zeigt die Lage der Formsteine, wenn vier 16^{zm} starke runde Röhren in einen Schornsteinkasten zusammengezogen sind.

Diese runden Schornsteinröhren dienen meistens als Leitungsröhren, wenn ein Gebäude mit erwärmter Luft geheizt werden soll und wenn man sich gebrannte Thonröhren nicht billig verschaffen kann. Seltener werden sie zur Ableitung des Rauches wie andere Schornsteinröhren angewendet, wiewohl sie hierzu bessere Dienste leisten würden, als die engen viereckigen Röhren.

Fig. 210 A und B. Verband zu einer doppelten Schornsteinröhre von $1\frac{1}{2}$—$1\frac{3}{4}$ Stein lichter Weite.

Fig. 210 zeigt den Aufriß; A und B die Grundrisse zweier Steinlagen.

Fig. 211.

A

B

k) Fachwerkswände.

Besteht eine Wand aus Fachwerk, so beträgt die Stärke in der Regel eine Ziegelbreite; nur äußere Umfassungsmauern, welche mehrere Etagen hoch sind und außerdem noch Schutz gegen Kälte und Wärme gewähren sollen, erhalten eine Ziegellänge zur Stärke.

Fig. 211 zeigt eine ausgemauerte Fachwerkswand, einen halben Stein stark nach außen verblendet, oben die Ansicht, A und B die abwechselnden Steinschichten. Sämmtliche Hölzer stehen mit der innern Mauerfläche bündig.

Sollen hohle Mauern durch gewöhnliche volle Steine hergestellt werden, so verfährt man, wie folgt.

Fig. 212 A stellt die Ansicht, B und C den Grundriß von 2 Schichten für eine Mauer von 1 Stein Stärke dar; der hohle Raum i (die Luft- oder Isolirschicht) ist 4—8^{zm} breit zu nehmen; im Uebrigen muß der Raum i an allen Fenster- und Thüröffnungen vollständig abgeschlossen sein.

Fig. 212.

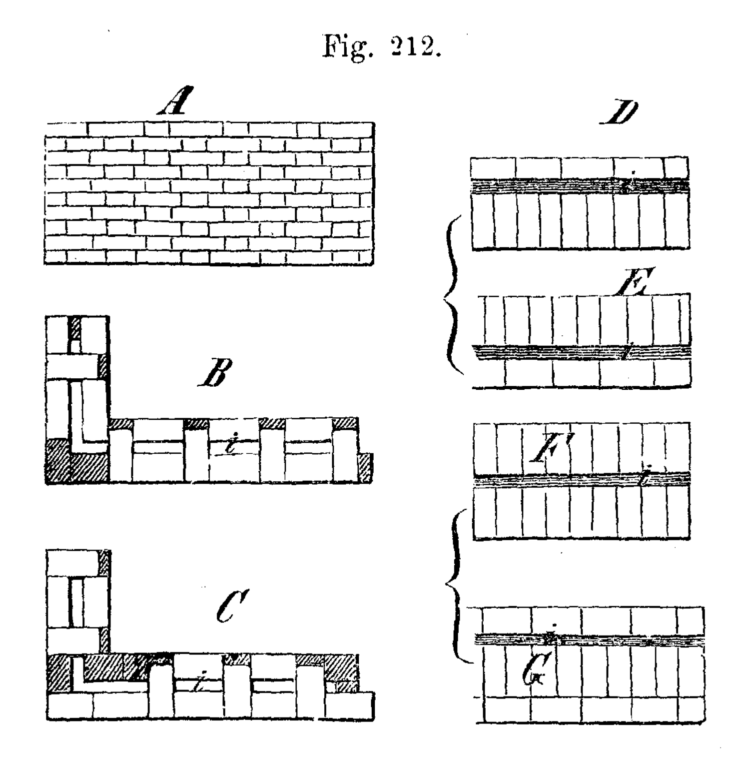


Fig. 212 D und E deuten die Steinlage für eine Mauer von $1^1/_2$ Stein Stärke an, F und G ebenso für eine Mauer von 2 Stein. Wie man aus den letzten Figuren sieht, liegen die Isolirschichten i nicht lothrecht übereinander, aber doch ist jede innere Schicht von der äußeren isolirt. Besser ist es indeß, wenn man die Luftschicht i durch alle Schichten zusammenhängend durchgehen läßt, nach dem Innern

blos um $1/2$ Stein verblendet, welche Verblendung ab und zu mit dem äußeren Mauerwerk verbunden wird. Was die Standfähigkeit einer so verbundenen hohlen Mauer betrifft, so ist dieselbe wegen der größeren Verbreitung des Mauerfußes und der Mauer als nahezu ebenso groß anzunehmen wie die einer vollen Mauer.

Eine solche Mauer ist verhältnißmäßig billiger, wegen des ge-

Fig. 214. Fig. 215.

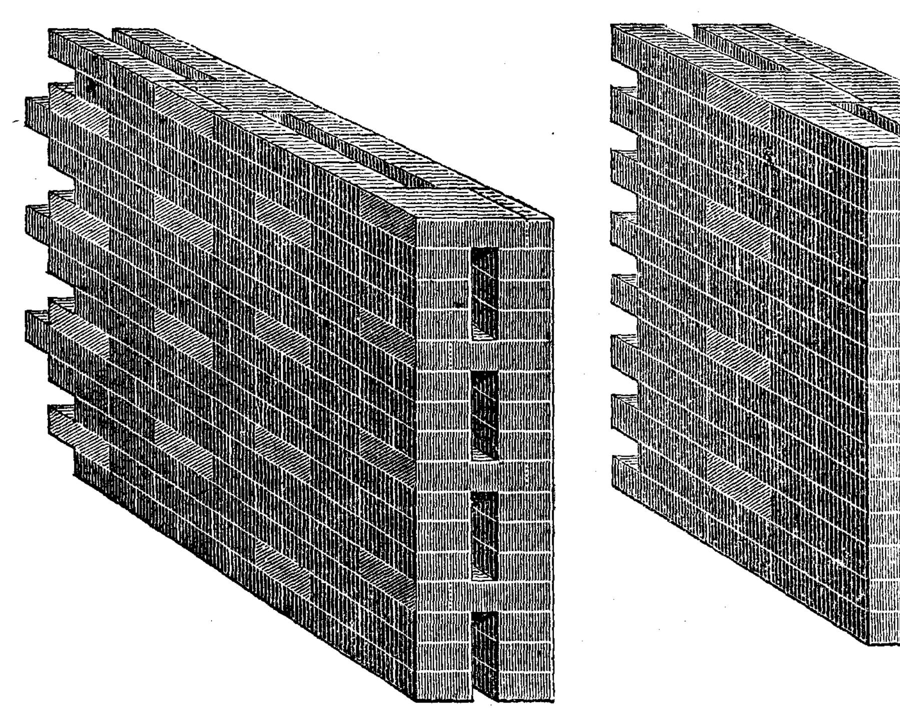


Fig. 216.

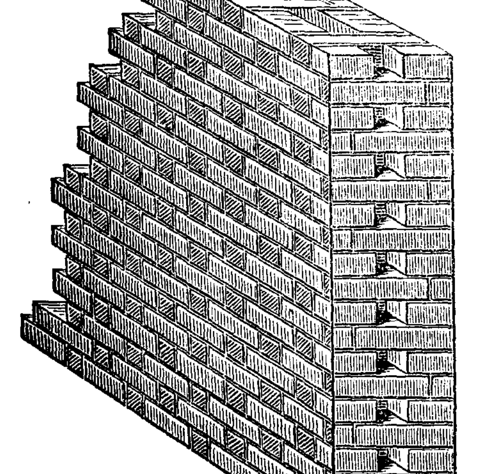
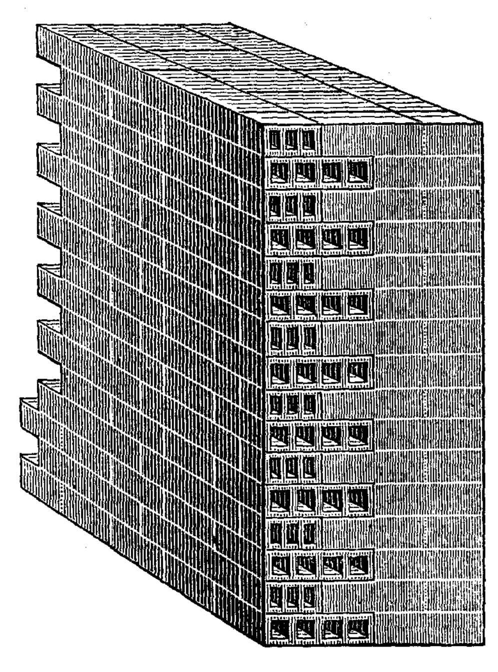


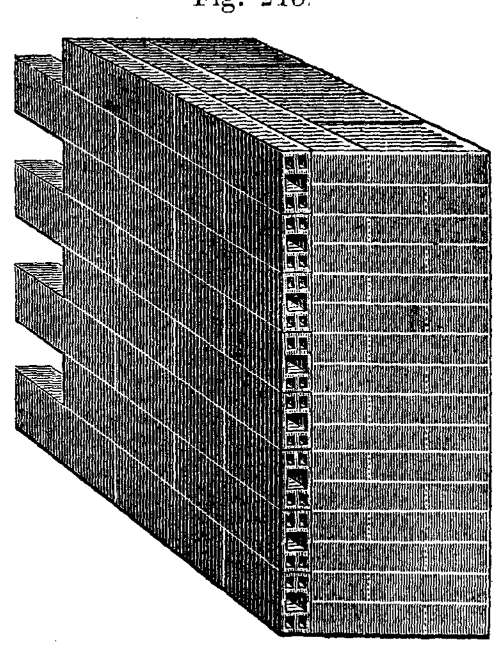
Fig. 217.



ringeren Materials, und giebt dem Gebäude mehr Schutz gegen die Witterungseinflüsse und die Feuchtigkeit. Es reichen bei denselben die Binder als Ankersteine durch die Mauer; bei starken Mauern werden innerlich Zickzack angelegt. In Fig. 214—217 zeigen wir verschiedene Verbände für solche Mauern.

Die Hohlsteine werden sehr oft zum Verblenden der Mauern verwendet und greifen dabei die Binder in das volle Mauerwerk ein, wie Fig. 217 zeigt. Feuchte Mauern werden innerhalb mit Hohlsteinen isolirt, wie Fig. 218 angiebt.

Fig. 218.



Der Verband für letztern Fall ist derselbe wie bei Werksteinen.

Um sämmtliche Mauerverbände dem Gedächtnisse leicht einzuprägen, auch um dieselbe auf eine bequeme Art zu erlernen, ist es sehr zweckmäßig, sich kleine Holzklötzchen oder Steinchen aus gebranntem Thon, Gyps 2c. zu verschaffen, welche $2^1/_2{}^{zm}$ lang, $1^1/_4{}^{zm}$ breit und $0{,}6^{zm}$ hoch sind. Es werden dann immer 2 Strecker so lang als ein Läufer sein. Bei diesem Maaße ist natürlich nicht auf die Kalkfuge (als Stoßfuge) gerechnet, welches aber auch nicht nöthig ist, da hierbei kein Mörtel (höchstens Leim oder etwas Gyps als Bindemittel) angewendet wird.

Dreiviertelquartiere, halbe Steine und andere Quartierstücke muß man sich ebenfalls verschaffen.

m) Mauerwerk aus Bruch- und Schnittsteinen.

Die Wissenschaft, welche lehrt, wie die sämmtlichen Flächen eines einzelnen Steines (Werksteines) der Form nach bearbeitet sein müssen,

damit er an den nöthigen Ort passe, heißt Steinschnitt. Dieser ist jedoch in seiner vollkommensten Ausdehnung nur für die eigentlichen Steinmetzen zu wissen erforderlich, für die den Maurern in der Regel vorkommenden einfachen Arbeiten reicht es aus, wenn sie mit den Anfangsgründen der Projectionslehre vertraut sind.

Das Lager nennt man diejenige Fläche eines Steines, auf welcher er in der Mauer oder auch (als roher ungebrochener Stein) im Gebirge lagert.

Die Lagerfugen sind bei lothrechten Mauern wagerecht. Es giebt für jeden Stein eine untere Lagerfuge, wo er auf einem andern aufliegt, und eine obere Lagerfuge, wo ein anderer Stein auf ihn gelegt wird.

Stoßfugen nennt man diejenigen Flächen, mit welchen der Stein an die ihm der Länge zunächst liegenden anstößt.

Stirnfläche heißt die nach außen gekehrte Fläche des Steines (auch Kopf).

Hintere Fläche heißt die der Stirnfläche entgegengesetzte Seite.

Von der größten Wichtigkeit für die Festigkeit des Mauerwerks ist die Form der Steine mit Rücksicht auf die Art und Weise des Verbandes. Um einen guten Steinverband und ein festes Mauerwerk zu erhalten, hat man folgende Regeln zu beobachten:

1) Die Werkstücke müssen im Bau immer mit derselben Fläche in ihr Lager gelegt werden, mit welcher sie im Steinbruche im Lager gelegen haben, weil sie in dieser Art gelagert, den meisten Widerstand gegen das Zerdrücktwerden äußern; während sie im anderen Falle, wenn der Druck parallel der Lagerfläche wirkt, zerblättern können.

2) Die Steine müssen sich wo möglich in ebenen Flächen berühren; krumme und gebrochene Flächen z. B. bei Gewölben, Steine mit langen Haken (Hakensteine) sind möglichst zu vermeiden oder wenigstens mit Vorsicht anzuwenden.

3) Die einzelnen Schnittflächen der Steine sollen wo möglich keine kleineren Winkel als 90° bilden. Wenn also zwei gerade Mauern oder zwei Böschungsmauern sich unter einem spitzen Winkel schneiden, so würden die Ecken abzustumpfen sein, und außerdem sollen

4) in die Ecklinien gar keine Fugen und in die Winkel möglichst wenige treffen.

Mauern von Quadersteinen sind gewöhnlich von zweierlei Art, entweder bestehen dieselben ganz aus Quadern, oder sie sind nur mit Quadern verblendet, wie z. B. Plynthen, Futtermauern 2c.

Bestehen sie ganz aus Quadern und sind die Steine so dick wie die Mauer, so werden alle Steine länglich und gewöhnlich gleich groß. An den Ecken und Winkeln vermeidet man die Fugen, weshalb die Ecksteine gleichzeitig in beide Mauerfluchten einbinden müssen. Sind die Steine nicht so dick als die Mauerstärke, so verfährt man verschieden; entweder kommen in die unterste Schicht lauter Strecker, darüber Läufer rc., so daß im Aeußern ein Blockverband oder ein Kreuzverband entsteht, oder man läßt in einer Schicht Läufer und Strecker wie beim gothischen Verbande wechseln und in der folgenden Schicht wieder, so daß sich die äußere Ansicht wie Fig. 219 darstellt. Es kommt auch vor, daß man die einzelnen Constructionstheile der Quaderbauten von

Fig. 219.

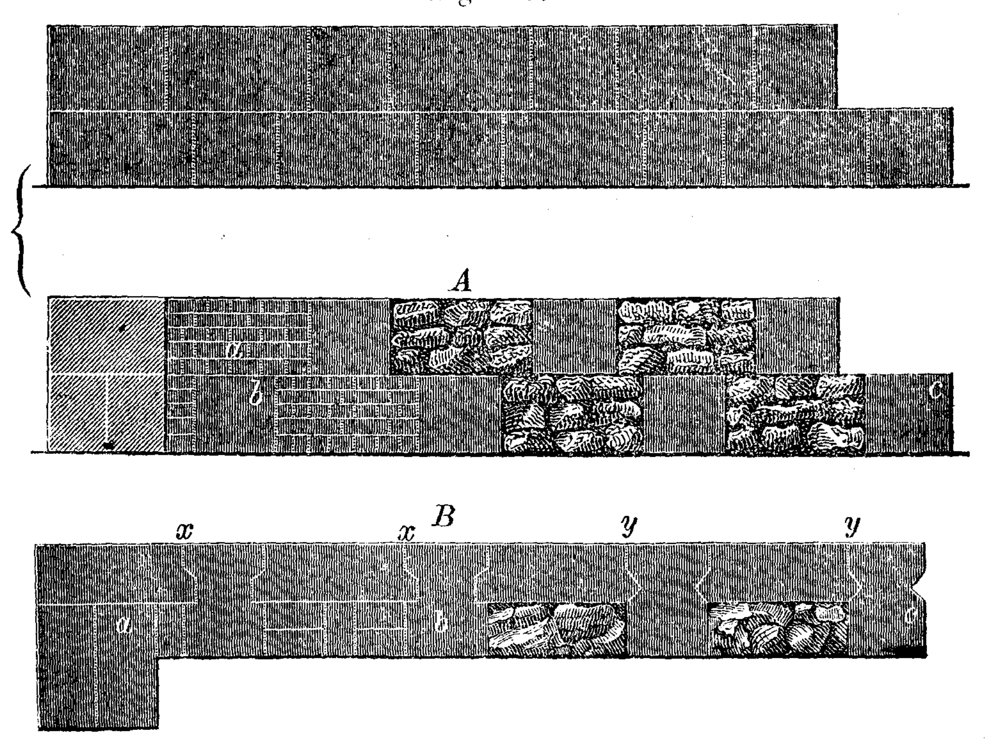
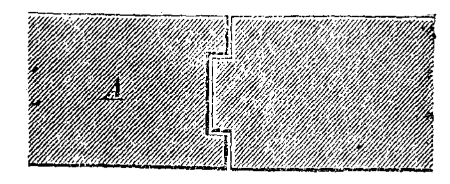
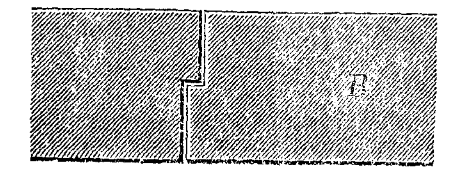


Fig. 220.





Grund aus ganz isolirt von einander aufführt, und daß man sie nach Fig. 220 AB nur mit einem senkrechten Mauerzapfen verbindet.

Ein weiteres Beispiel für mit Quadern verblendete Mauern giebt Fig. 221.

Fundamente werden meistens aus unbearbeiteten Steinen hergestellt, es müssen dann die großen Steine in

den Ecken liegen und überhaupt so viele Binder mit Läufern abwechseln, wie es nur irgend zulässig ist. Oberhalb der Erde müssen in

Fig. 221.

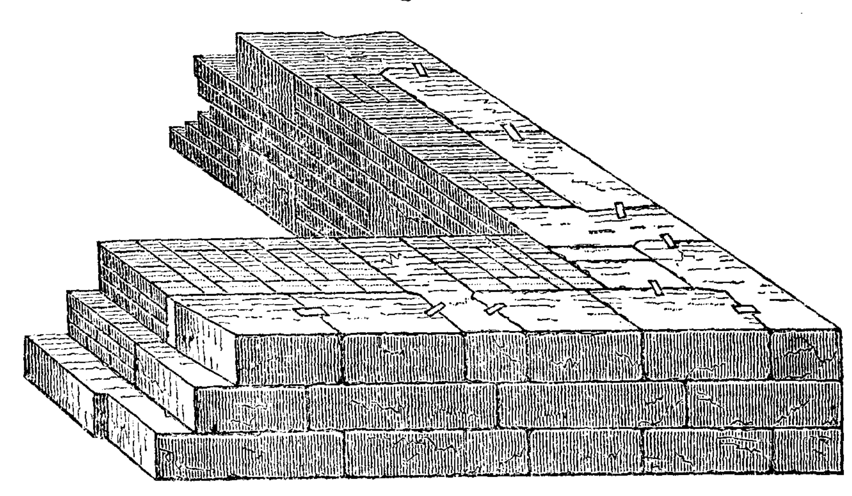


Fig. 222.

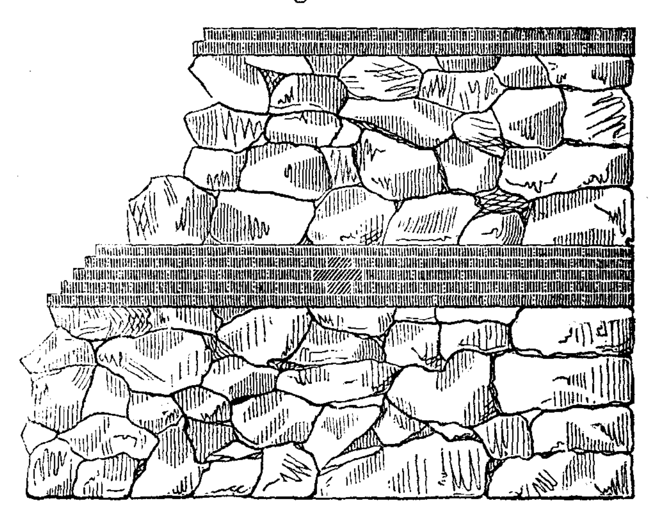


Fig. 223.

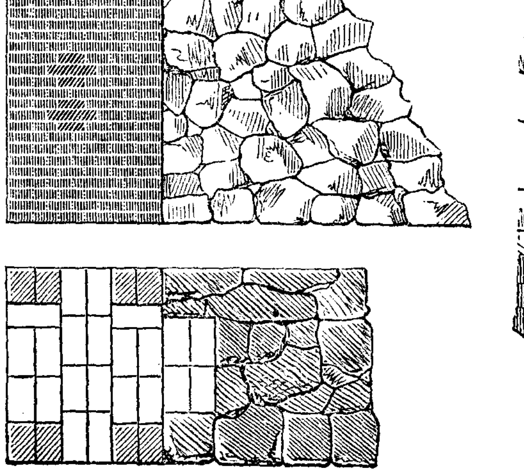
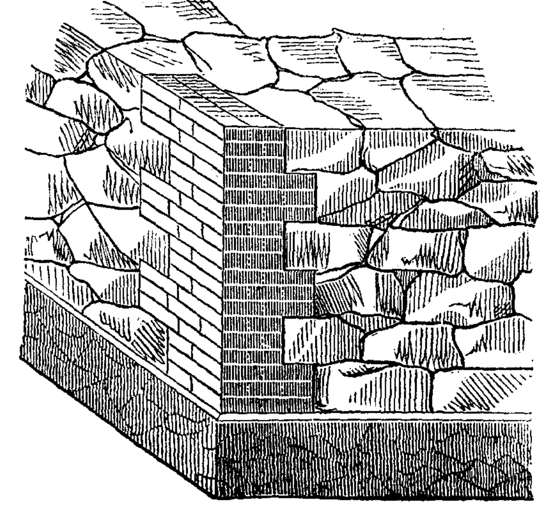


Fig. 224.

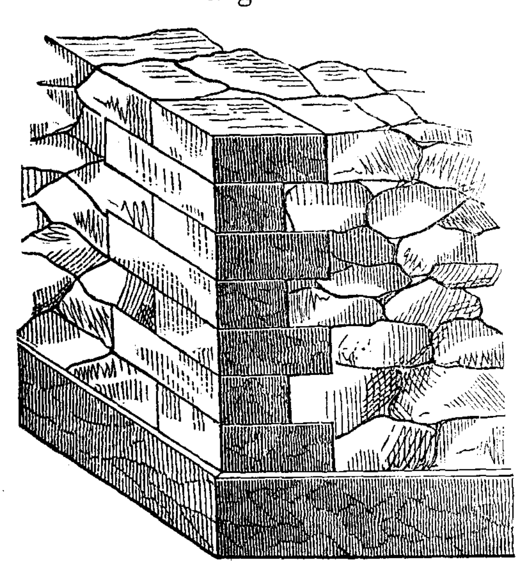


der Höhe von jedem 1—1½ᵐ nach Fig. 222 einzelne Backsteinschichten zur Abgleichung angelegt werden.

Besser ist es noch nach Fig. 223 und 224 die Ecken des Gebäudes sowie der Fenster und Thüren in Backsteinen aufzumauern, welche sowohl gerade abschneiden, als auch zahnförmig in die Mauer eingreifen können.

Manchmal werden auch die unbearbeiteten Steine ganz mit Backsteinen verblendet, wobei das Mauerwerk außerhalb den polnischen oder gothischen Verband zeigt; mehrere Backsteinschichten greifen zahnförmig in das Mauerwerk ein.

Fig. 225.



Solche gemischte Mauern sind aber, da die Bruchsteinhälfte sich mehr setzt als die Backsteinverblendung, nicht zu empfehlen.

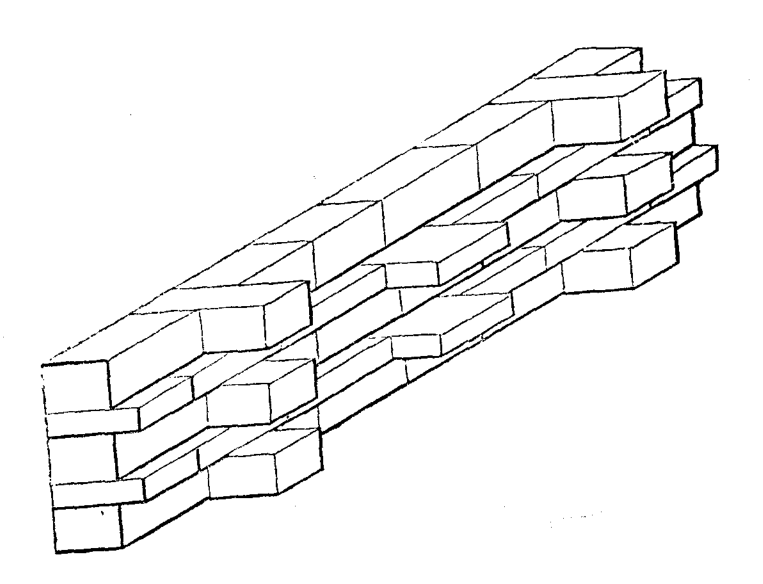
An Stelle der Backsteine können natürlich auch regelmäßig bearbeitete Werksteine zu den Ecken verwendet werden, siehe Fig. 225.

Volle Steinmauern aus Quadern werden jedoch sehr kostbar und kommen deshalb jetzt sehr selten vor, während das Alterthum viele Beispiele davon aufweiset. Werden die Mauern nur verblendet, so bedient man sich ebenfalls im Aeußern der Läufer und Strecker und zwar am besten in der Art, daß ein Plattenstein zwischen zwei Bindern zu liegen kommt. (Siehe Fig. 219.) In der nächstfolgenden Schicht liegen die Bindersteine auf den Mitten der darunter folgenden Platten, so daß ein vollständiger Verband erzielt wird. Damit die Plattsteine nicht nach vorn überfallen können, werden die Binder vorn nach Fig. 219 (am Kopfe) schwalbenschwanzförmig wie bei x oder y, damit keine spitzen Winkel entstehen, behauen, und die Platten erhalten in ihren Stoßfugen eine dem entsprechende Ausarbeitung, welche die Platte vorn schmaler macht als hinten. Diese Ausarbeitung braucht nur ganz gering zu sein, denn wird sie zu stark, so springt sie ab und ihr Zweck geht verloren, 0,6—1,3ᶻᵐ Abschrägung ist unter allen Umständen hinlänglich.

Um Kosten zu sparen, ordnet man den Verband oft so an, daß in jeder Schicht zwischen je zwei Bindern, zwei, drei, oder auch

vier Läufer liegen, wie Fig. 226 zeigt, und daß die Hintermauerung dann aus unbearbeiteten Bruchsteinen ausgeführt wird.

Fig. 226.



Für kleinere Bauwerke legt man neben einen Binderstein immer zwei Läufer und häufig ohne den, Fig. 219 angegebenen Falz; die Hintermauerung erfolgt an den Ecken durch Läufer, im Uebrigen zum Theil durch gewöhnliche Mauersteine. In der folgenden Schicht legt man die Binder nicht auf die Stoßfugen zwischen zwei Läufern, sondern auf die Mitte eines Läufers. Die Läufer in den aufeinanderfolgenden Schichten müssen aber verschiedene Breiten haben, so daß im Innern der Mauer ein Verband von wenigstens 8^{zm} entsteht. Bei diesen zuletzt besprochenen Anordnungen werden die Quadern vollständig in Mörtel gelegt und nachträglich ausgefugt. Die hintere Fläche der Quadern wird, wenn sie ganz in die Mauer kommt, gar nicht bearbeitet und die andern Fugenflächen werden nur roh abgespitzt; die Stirnfläche hingegen wird gekrönelt oder scharrirt. Man muß dabei die Lagerfugen 0,6 bis 1,3^{zm} stark machen, weil wegen der Unebenheiten ein Zerbrechen der Steine oder wenigstens ein Absprengen der Kanten entstehen würde.

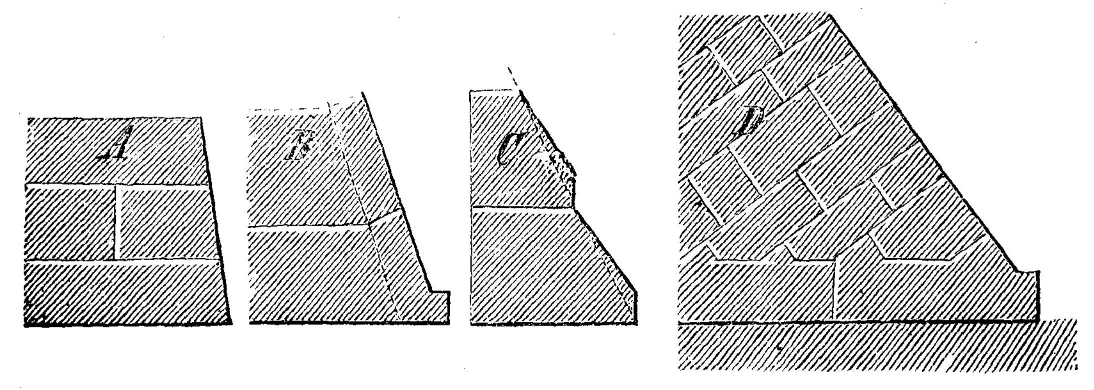
Werden hingegen die Fugenflächen fein bearbeitet und die Lagerflächen förmlich auf einander abgeschliffen, dann ist kein Mittel nöthig; es ist aber auch dann immer noch zu empfehlen, daß man die Kanten breche, wodurch stumpfe Winkel entstehen, ein Absprengen der Kanten noch vollständiger vermieden wird und die Quadern fast das Ansehen von Spiegelquadern gewinnen. Je feiner man die Stirnfläche bear-

beitet, um so besser widersteht sie der Witterung. Steigert man die Feinheit der Arbeit bis zur Politur derselben, so ist das natürlich das beste, aber auch das theuerste.

Schneiden sich zwei lothrechte Mauern unter einem spitzen Winkel, so muß man die scharfe Ecke im Aeußern und den spitzen Winkel im Innern abstumpfen. Für lothrechte runde Mauern gilt alles das, was im Vorhergehenden gesagt wurde, nur daß die einzelnen Schnittsteine von zwei cylindrischen Flächen begrenzt werden.

Böschungsmauern. Ist die Neigung derselben nur gering, und hat die Mauer nur dem Erddruck zu widerstehen, dann macht man die Lagerfugen horizontal. Ist die Böschung bedeutender, dann kann man entweder nach Fig. 227 B gebrochene Lagerflächen anwenden, so daß der vordere Theil auf wenigstens 10 zm Länge rechtwinklig zur Böschungslinie ist oder man kann, um das Absprengen der Kanten zu verhüten, auch die Stirnfläche nach Fig. 227 C brechen. Bisweilen werden auch Strebepfeiler für Mauern, die aus dem Lothe gewichen sind, in Form von Böschungsmauern ausgeführt. Soll diese Arbeit nicht zu theuer werden, dann verblendet man diese Pfeiler nur an der Böschungsfläche mit kleinen Quadern, deren Lagerflächen bisweilen durch den ganzen Pfeiler rechtwinklig zur Böschungslinie laufen, vergl. Fig. 227 D. Betreffs der Neigung und Stärke der Böschungsmauern

Fig. 227.



ist früher das Nöthige gesagt. Sofern es thunlich ist, vermeidet man die Böschungsflächen und führt die Mauern im Aeußern lothrecht, im Innern in Absätzen in die Höhe.

Diese Form der Steine läßt sich aus dem Querschnitt leicht bestimmen. Zum Aufmauern selbst bedient man sich eines Richtscheites, das an dem oberen Ende breiter als unten ist, so daß die äußere Kante ins Loth spielt. Ganz in derselben Weise verfährt man auch beim Aufmauern von hohen Brückenpfeilern ꝛc., wenn dieselben nach

oben bossiren. Gewöhnlich werden diese starken Brückenpfeiler nur im Aeußern mit Quadern verblendet, und im Innern mit gewöhnlichen Bruchsteinen ausgemauert, aber jede Schicht gut abgeglichen. Etwa alle $2^1/_2$—3^m wird durch den ganzen Pfeiler eine Querschicht gelegt und sämmtliche Quadern dieser Schicht werden durch Steinklammern verbunden.

Sehr feste Verbände sind namentlich bei Leuchtthürmen (an der Ostküste von Schottland) angewendet worden; diese Leuchtthürme wurden zum Theil mehrere Meilen von der Küste entfernt, auf Riffen im Meere erbaut, die zur Zeit der Ebbe zu Tage lagen, während sie zur Zeit der Fluth höher als 3^m überschwemmt wurden. Zu dem runden Unterbau wurden dabei nicht allein große Steine verwandt, sondern die äußern Steine sind sämmtlich schwalbenschwanzförmig gestaltet und die innern durch Dübelsteine verbunden; außerdem wurde noch eine Verbindung der Schichten durch Dübelsteine und Eisendübel, die durch zwei Steine senkrecht durchgehen, hergestellt.

Eine besondere Art Mauern von Schnittsteinen sind die Cyklopenmauern, deren Erbauungszeit ins Sagenhafte hineinreicht. Die zum Theil sehr großen Steine sind nach unregelmäßigen Vielecken bearbeitet und unregelmäßig, ohne horizontale Schichtung so übereinander gelagert, daß sie sich vollständig berühren, ohne daß Zwickel angewendet werden müßten. Diese Mauern wurden im Alterthum nicht zu Gebäuden, sondern hauptsächlich zu Städtemauern angewendet. Aus kleineren Steinen sind auch in neuerer Zeit einzelne Mauertheile in unregelmäßiger Schichtung ausgeführt worden, wobei man hauptsächlich darauf achtete, daß die Steine im Aeußern sich vollständig berührten.

Vierte Abtheilung.

Die Gewölbe.

---

§. 40. Allgemeines.

Unter einem Gewölbe versteht man die Ueberdeckung eines gegebenen Raumes oder einer Maueröffnung, welche aus einzelnen Steinstücken (mit oder ohne Mörtel) so zusammengefügt ist, daß dieselben vermöge ihrer Gestalt und Lage von den benachbarten Steinen und mittest fester Begrenzungsmauern des Raumes (Widerlager) schwebend erhalten werden. Ein Gewölbe übt sonach nicht allein einen senkrechten Druck auf die Begrenzungsmauern aus, wie ein freitragender Steinbalken, sondern veranlaßt einen bedeutenden Horizontalschub gegen dieselben. Verlängert man die Richtungslinien der einzelnen Steinfugen, so treffen dieselben, bei Kreisbogenformen, im Mittelpunkte derjenigen Bogenlinie zusammen, nach welcher das Gewölbe gekrümmt ist.

Wäre demnach der Bogen, welchen das Gewölbe beschriebe, ein Halbkreis, so würden die Fugenschnitte nach dem Mittelpunkte dieses Halbkreises gehen. Wäre das Gewölbe halbkugelförmig, so würden sämmtliche Fugenschnitte verlängert im Mittelpunkte dieser Halbkugel zusammentreffen u. s. w. Gewölbe, welche aus mehreren Kreisbogenlinien zusammengesetzt sind, haben ebenso viele dergleichen verschiedene Mittelpunkte.

Bei Ellipsen, Parabeln, Kettenlinien u. dgl. treffen die Richtungslinien der Fugen nicht in einem oder mehreren Punkten zusammen, sondern es convergiren dieselben nur stets nach der Innenseite des Bogens oder Gewölbes, je 2 und 2 einen Schnittpunkt bildend.

Der höchste Punkt eines Bogens oder Gewölbes heißt der Scheitel, die unteren Theile die Gewölbeschenkel oder Füße. Der Gewölbestein im Schlusse des Bogens heißt der Schlußstein. Die innere Wölbungsfläche die Leibung. Die auf beiden Seiten des Bogens befindlichen Mauern, worauf die Gewölbschenkel gestützt sind, heißen die Widerlager, und der oberste Theil eines Widerlagers, wo das Gewölbe anfängt, heißt der Kämpfer. Die lichte Weite

des Gewölbes (die Entfernung der Widerlagsmanern von einander) heißt die Spannweite. Der höchste Punkt der lichten Oeffnung heißt der Scheitelpunkt und die Höhe vom Kämpfer bis zum Scheitel: die Pfeilhöhe.

Im Alterthume kannte man nur die Form der Gewöbe, aber nicht die jetzt übliche Art zu wölben; erst die Römer wendeten die Gewölbe, namentlich den Rundbogen in größerem Maaßstabe nach dem Vorbilde der Etrusker an. Aber viel früher bildete man schon vielfach Decken aus Stein, welche aus wagerecht quer über den Raum gelegten großen Steinträgern bestanden, deren Zwischenräume man oberhalb wieder durch Steinstücke von kleineren Abmessungen bedeckte, wobei sämmtliche Stoßfugen senkrecht waren.

Wurde der zu bedeckende Raum zu breit gefunden, oder hatte man nicht so großes Gestein, um Träger von einer Mauer bis zur andern daraus bilden zu können, so stellte man Pfeiler oder Säulen im Innern des Raumes auf und lagerte hierauf die Trägersteine, welche oberhalb mit kleineren Stücken wieder überdeckt wurden.

Auf diese Weise entstanden die Tempeldecken des Alterthums, und wenn man ihre mehr als 3000jährige Dauer, wie bei den ägyptischen Tempeln, in Erwägung zieht: so zeigt sich wohl, daß diese Art der Ueberdeckung eine sehr feste ist.

War man in damaliger Zeit genöthigt, einen größeren Raum zu überdecken, ohne daß man Säulen oder Pfeiler darin aufstellen wollte oder konnte, so ließ man jene Steinschicht zweier einander gegenüberstehenden Mauern um ein Weniges vor der nächstuntern vorstehen, so daß der Raum nach oben hin immer enger und die Oeffnung zuletzt so klein wurde, daß man sie mit einem Steine zudecken konnte. Man nennt dieses Vorstehen jeder nächstoberen Schicht die Ueberkragung, und einzelne solcher vorstehenden Steine Kragsteine.

Waren die Mauern gleichlaufend mit einander, so bildete sich eine gleichmäßig fortlaufende Decke, welche unten breit, nach oben spitz zulief.

War der Grundriß der Mauern ein Kreis, so bildete das Ganze einen nach oben zugespitzten Kegel, dessen Steinschichten alle wagerecht lagen, sich nach oben verengten und zuletzt mit einem ebenfalls wagerecht liegenden Steine, welcher die oberste Oeffnung schloß, bedeckt waren.

Es sind solche Rundbauten, die man unter dem Namen Thesauren (Schatzhäuser) kennt, bis zu 60 und mehreren Fußen lichtem Durchmesser vorhanden.

Zu bemerken ist, daß hierbei die wagerechten Schichten so geschnitten sind, daß ihre Stoßfugen jedesmal nach dem Mittelpunkte des zugehörigen Kreises gehen; also in diesen Gebäuden die Erfindung des Fugenschnittes für Gewölbe schon sehr nahe lag.

Ebenso mußte man sich sehr bald überzeugt haben, daß, wenn die Ueberkragung nach einer einfachen geraden Linie (bei großer Länge) geschah, diese gerade Linie leicht zusammenbrach, daß aber die Steine nach einer etwas gekrümmten Linie (im Spitzbogen) überkragt, viel mehr Standfähigkeit haben mußten. Deshalb findet man alle mit Ueberkragung gebildeten Decken des Alterthums nach einem mehr oder weniger steilen Spitzbogen gebildet, wobei aber, wie bereits erwähnt, die sämmtlichen Lagerfugen wagerecht, die sämmtlichen Stoßfugen senkrecht waren.

Der Vortheil dieses ganz einfachen Systems der Deckenbildung war, daß bei der wagerechten Lagerung der Steine kein Seitenschub eintrat, sondern nur ein senkrechter von oben stattfand. Man brauchte deshalb hierbei die Seitenmauern nicht zu verstärken, weil sie keinem Seitenschube zu widerstehen hatten, sondern man brauchte sie nur so stark zu machen, daß sie sich selbst zu tragen im Stande waren.

Es ist also in diesem ganzen Systeme kein Bestreben nach Bewegung, sondern das Ganze ist in immerwährender und vollkommener Ruhe und daher seine große Festigkeit und lange Dauer.

Der Querschnitt einzelner großer Steine, welche, frei über einem gegebenen Raum liegend, die Decke desselben bilden, ist gewöhnlich so, daß die Breite vier Theile, die Höhe fünf Theile enthält.

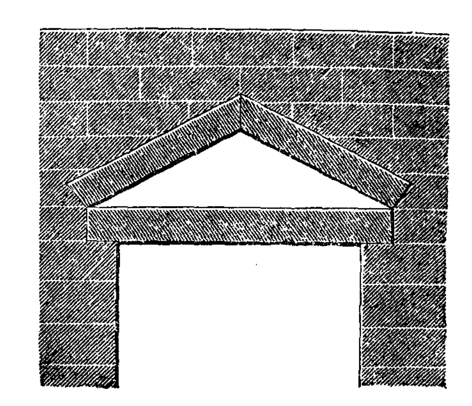
Haben solche Deckensteine keine Last zu tragen, außer ihrer eignen, so können sie, je nach ihrer Festigkeit, sieben, höchstens neunmal so weit frei liegen, als sie hoch sind, bei oben erwähntem Verhältniß der Breite zur Höhe.

Sind sie dagegen belastet (wie z. B. der Architrav der Säulen durch Querbalken, Fries und Deckgesims), so können sie nur dreimal, höchstens fünfmal so weit frei liegen, als sie hoch sind, je nach Verhältniß der Belastung und der eignen Festigkeit des Steines. Um einem über einer Oeffnung wagerecht liegenden Steine mehr Unterstützung zu geben, stellte man die beiden Steine, welche ihn trugen, öfters nicht senkrecht, sondern man neigte sie so gegen einander, daß sie oben enger standen als unten und daß mithin der Deckstein nicht so weit frei zu liegen kam, als er gelegen haben würde, wenn man die beiden Steinstützen senkrecht gestellt hätte. Hierdurch erhielt der

wagerechte Stein um so mehr Tragbarkeit, als man die Stützen oberhalb gegen einander neigte.

War der Deckstein einer solchen Maueröffnung, wie gewöhnlich, noch mit hohem Mauerwerk überdeckt, so mußte man wie in Fig. 228 bedacht sein, ihm die Last abzunehmen, welches dadurch geschah, daß man auf ihn zwei große Steine so im Dreieck aufrichtete, daß die Spitze des Dreiecks nach oben gerichtet war, wodurch der Druck der oberen Mauer von dem Decksteine ab, nach der daneben befindlichen Mauer und auf die Stützen des Decksteines geleitet wurde.

Fig. 228.



Eine solche Anordnung findet man z. B. an dem antiken Stadtthore zu Mykene und an den Eingängen der ägyptischen Pyramiden.

Gewölbe aus einzelnen Steinen so gebildet, daß die Deckenfläche eine gekrümmte Linie macht, und daß die Fugenschnitte nach einem oder mehreren Mittelpunkten der krummen Gewölbelinie gehen.

Hierbei können verschiedene Fälle eintreten. Entweder die Gewölbelinie ist eine stetige Linie (die ohne Knick von einem Punkte ihres Auflagers bis zum andern geht), wie der Halbkreis, der flache Kreisbogen, die Ellipse 2c.; oder die Gewölbelinie ist keine stetige Linie, sondern eine gebrochene (sie hat also einen Knick), wie der Spitzbogen.

In allen diesen Fällen geht der Fugenschnitt verlängert nach den Mittelpunkten derjenigen krummen Linien, nach welchen das Gewölbe sich selbst biegt.

Ferner kann bei solchen Gewölben noch der wesentliche Unterschied eintreten, daß ihre einzelnen Steine durch Mörtel verbunden sind oder nicht.

Sind die einzelnen Steine durch Mörtel verbunden, so werden solche Gewölbe, so lange der Mörtel nicht getrocknet ist, eine Masse bilden, welche nach Bewegung strebt, weil die einzelnen Steine sowohl das Bestreben haben werden, einem Schube nach der Seite, als dem senkrechten Drucke zu folgen. Dies Bestreben nach Bewegung, namentlich der Seitenschub, wird immer mehr aufhören, je fester der Mörtel wird, weil dadurch das Gewölbe immer mehr zu einer zusammenhängenden Masse, gleichsam zu einem einzigen ausgehöhlten Steine wird.

So lange der Mörtel in dem Zustande vollkommener Erhärtung bleibt, wird nur senkrechter Druck auf die Mauern stattfinden; machen ihn aber äußere Einwirkungen, z. B. Nässe, wieder weich, so ist das Bestreben nach Bewegung wieder vorhanden. Man muß also alle Arten von dergleichen Gewölben möglichst vor eindringender Nässe schützen.

Wachsen die Steine, aus welchen man ein Gewölbe bildet, bis zu einer gewissen Größe, so daß sie auf keine Weise mehr durch irgend einen Mörtel zusammengehalten werden könnten, weil die Last der einzelnen Steine zu groß ist, so muß die Haltbarkeit des Gewölbes nur allein durch den Fugenschnitt hergestellt werden. Durch diesen hält sich ein Stein so auf dem andern, daß er nicht herausgleiten kann, und durch Einlegen des obersten oder Schlußsteines wird eine so vollständige Zusammenpressung hervorgebracht, daß das Ganze auch ohne Mörtelverbindung haltbar wird.

In einem solchen Gewölbe ohne Mörtel aber behält jeder einzelne Stein ein immerwährendes Bestreben nach Bewegung. Der Seitenschub hört also nie auf, und es muß deshalb alles Mögliche gethan werden, ihm in solchem Grade für immer entgegen zu wirken, daß das Gewölbe nicht die Mauern umschiebe, auf denen es ruht.

Dazu müssen besonders die Lagerflächen der einzelnen Steine vollständig eben gearbeitet sein, während in dem anderen, gewöhnlichen Fall, wo die Lagerflächen rauh gespitzt sind, eine 1—2 zm starke Mörtelfuge gegeben wird, um die Unebenheiten auszugleichen und ein Absprengen der Kanten beim Setzen des Gewölbes zu vermeiden. Immer muß die Festigkeit nicht durch den Mörtel, sondern durch die Construction, namentlich durch den Verband hervorgebracht werden und mit Rücksicht darauf ist die Form der einzelnen Wölbsteine festzustellen. Diese Form ist im allgemeinen eine keilförmige, so daß jeder einzelne Stein für sich wölbt und demnach nicht wie bei vielen Ziegelgewölben, eine keilförmige Mörtellage dazu nöthig ist. Außerdem wendet man bisweilen für kleinere, wie für große Gewölbe, die allerdings nicht empfehlenswerthen Steine mit Haken an, wodurch die einzelnen Wölbsteine zum Theil auf einander hängen und der Seitenschub vermindert wird. Die Figur 229 enthält Zeichnungen zu einem halbkreisförmigen Bogen, der, nach der Tiefe noch mehr verlängert, ein Tonnengewölbe bilden würde. C zeigt die vordere Ansicht, D den Grundriß, E den Durchschnitt. Die Gestaltung der einzelnen Steine IKLM nach dem Fugenschnitt ist in den einzelnen Fig. IKLM

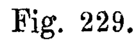


Fig. 229.

in der früher erwähnten Perspective dargestellt. K' zeigt den prismatischen Stein, aus dem der bearbeitete Wölbstein K erhalten werden kann. Die keilförmigen Steine sind so gelegt, daß sie einander im Gleichgewicht halten und kein weiteres Binde- und Zwischenmittel nöthig ist, wenn ihre Fugenflächen genau und eben bearbeitet sind. Die Pfeiler A und B, worauf der Bogen ruht, heißen die Widerlager (bei Brücken: Stirnpfeiler, Landvesten, Ort- und Endpfeiler), oder wenn zwei nebeneinander befindliche Bogen oder Gewölbe darauf ruhen,

blos Pfeiler (auch Mittel-, Zwischenpfeiler). Die ersten Gewölbesteine unterhalb (wie l) heißen die Anfänger (auch Ruhesteine). Der oberste Stein M heißt der Schlußstein. Die vordere Ansicht eines Gewölbebogens heißt seine Stirnfläche. Der oberste Theil des Widerlagers, worauf die untersten Gewölbesteine ruhen, heißt der Kämpfer.

Je weniger einzelne Steine in einem Gewölbe verwendet werden, je größer also dieselben sind, desto weniger entstehen Fugen und desto fester wird das Gewölbe.

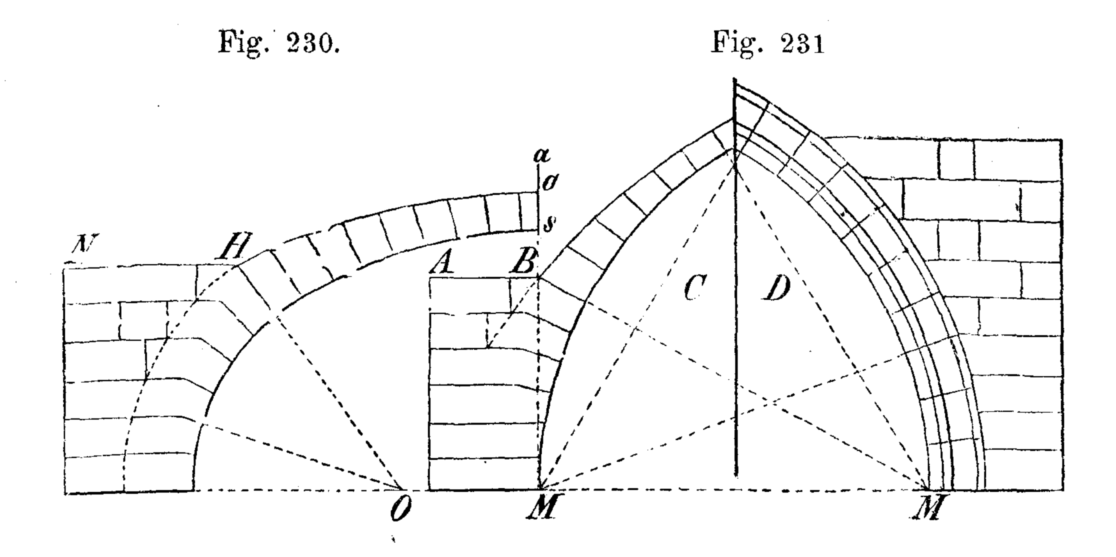
In Fig. 229 bei den Steine L sieht man einen sogen. Haken kgh an den Stein angearbeitet. Diese Haken dienen dazu, dem Steine auch außerdem, daß er im Gleichgewichte liegt, noch mehr Haltung durch das wagerechte Auflager bei gh zu geben. Hierdurch wird ebenfalls ein Theil des Seitenschubes des Steines L vermindert. Diese Haken sind jedoch sehr gefährlich, da das Setzen des Bogens in den Gewölbfugen und den Horizontalfugen verschieden ist, man muß wenigstens darauf sehen, daß sie nicht zu lang (in der Linie gh) sein dürfen, weil sie sonst bei dem Punkte h leicht abbrechen, besonders wenn die Bogen eine weite Spannung haben und folglich die Pressungen der Steine sehr groß sind. Auch ist die genaueste Arbeit der einzelnen Steine, sowie ihrer Lager- und Fugenflächen, durchaus erforderlich. Ebenso muß man sehr spitze Steinwinkel, etwa wie sie im Schlußsteine M bei l entstehen könnten, vermeiden, und wenn solche eintreten, lieber die zu spitzen Kanten senkrecht etwas brechen, weil sonst dergleichen zu spitze Stückchen, besonders bei weichem Gestein, leicht zermalmt werden und dadurch die Haltbarkeit gefährden.

Fig. 230 zeigt die Hälfte eines elliptischen Bogens mit seiner Steineintheilung. HN ist die Höhe der Hintermauerung, um das Widerlager zu verstärken, a der Scheitel, as die Stärke des Schlußsteines. O der Mittelpunkt für den unteren Theil des Bogens.

Fig. 231 D zeigt die Hälfte eines gleich starken Spitzbogengewölbes, Fig. 231 C die Hälfte eines anderen, das nach dem Scheitel hin schwächer wird. MM sind die Anfänge des Bogens, AB die Höhe der Hintermauerung. Die Fugenschnitte aus sämmtlichen Theilpunkten gehen nach den zugehörigen Mittelpunkten MM.

Es wird, wenn man im Stande ist, die einzelnen Steine eines Tonnengewölbes (wie bei Fig. 229) auszutragen, und die sogenannten Chablonen dazu zu finden, auch nicht schwer zu fallen, dieselben für andere Gestalten des Bogens, als Ellipse, Spitzbogen 2c. aufzufinden.

Fig. 230. Fig. 231



Auch die Gewölbe ohne Mörtel, welche aus großen Schnittsteinen gefertigt werden, muß man von außen gegen Eindringen der Nässe schützen, namentlich in rauheren Klimaten, denn wenn Wasser in die Fugen eindringt und gefriert, so nimmt es einen größeren Raum ein und sprengt selbst die stärksten Gewölbe. Deshalb pflegt man die Fugen von Schnittsteingewölben mit wasserdichtem Mörtel von oben her auszufüllen, oder die ganze obere Fläche des Gewölbes mit einem wasserdichtem Gusse zu überziehen.

Gewölbe aus Gußwerk. Um diese zu bewerkstelligen, wird ein Gemisch von einzelnen leichten Steinbrocken mit Mörtel vermischt (Béton), auf eine hölzerne Verschalung, welche nach oben die Form des Gewölbes hat, gegossen. Der Guß erhält nach Maaßgabe der Größe des Gewölbes eine bestimmte Dicke.

Wenn dieser Guß gehörig erhärtet ist, ist das Gewölbe fertig und die darunter befindliche Holzschalung wird alsdann entfernt.

Man sieht auf den ersten Blick, daß diese Art der Anfertigung die meiste Zeit zum Trocknen braucht, da eine große Masse Mörtel dabei angewandt wird; man sieht aber auch, daß, wenn das Mischungsmaterial, welches man dem Mörtel zusetzt, sehr leicht ist, dadurch Gewölbe entstehen müssen, welche viel leichter sind, als Gewölbe von gebrannten Mauersteinen, und natürlich noch um Vieles leichter, als solche von Hau- oder Schnittsteinen. Um nun die größtmögliche Leichtigkeit hervorzubringen, hat man sich zu solchen Gewölben gewöhnlich leichter Gesteine, wie Bimsstein, Tuff ꝛc. bedient.

Bei sehr großen Gewölben dieser Art hat man, um eine leichtere Ausführung und größere Sicherheit zu erzielen, auch folgendes Verfahren angewendet.

Man hat einzelne Bogen (sogenannte Gurte) von gebrannten Mauersteinen gespannt; zwischen Quergurte in bestimmten Entfernungen eingewölbt, so daß hohle, kastenartige Oeffnungen in der Gewölbedecke entstanden. Die Räume füllte man alsdann mit leichtem Gußwerk aus, wodurch das Gewölbe um so leichter wurde, je größer verhältnißmäßig die hohlen Räume waren.

Hierdurch erreichte man zugleich, daß die Gußmasse weniger Risse bei dem Trocknen bekam, als wenn man die ganze große Fläche nur aus Gußwerk gefertigt hätte.

Ist nun ein solches Gebäude von Gußwerk gänzlich ausgetrocknet, so bildet das Ganze ebenfalls nur, so zu sagen, einen einzigen großen Deckstein, welcher keinen Seitenschub, sondern nur einen senkrechten Druck ausübt.

Aber auch bei diesen Gewölben ist die größte Vorsicht anzuwenden, daß der Guß nicht durch Nässe erweiche. Deshalb ist es sehr zweckmäßig, dabei einen wasserdichten (hydraulischen) Mörtel anzuwenden, der bei der Erhärtung wenig oder gar nicht schwindet, weil dieser erstens bekanntlich der Nässe widersteht und zweitens auch schnell trocknet, wodurch das Gewölbe selbst in kürzester Zeit zu einer Masse sich verbindet.

Wendet man aber Wassermörtel oder Cemente an, so ist auch bei dem Gusse selbst doppelte Vorsicht nöthig, eben wegen des schnellen Erhärtens des Mörtels.

Ueberblicken wir die angeführten Arten von massiven Raumüberdeckungen, so ergiebt sich Folgendes:

1) Die steinernen Decken aus wagerecht freischwebenden, auf beiden Endpunkten aufliegenden Balken resp. Deckplatten üben zwar keinen Seitenschub aus, erfordern aber vorzügliches Material und gute Arbeit, wodurch sie theuer werden, und leisten in der Raumüberdeckung sehr wenig, wegen der sehr nahe aneinander anzuordnenden Stützen.

2) Gewölbe aus Hausteinen mit Fugenschnitt ohne Mörtel verbunden, erfordern sehr starke Unterstützungsmauern, des immerwährenden Seitenschubes wegen, können aber bei genügenden Widerlagern über beliebig große Räume frei gespannt werden.

3) Gewölbe von gebrannten Steinen mit Mörtel verbunden, erhärten beinahe zu einer Masse, und üben demnach im erhärteten Zustande weniger Seitenschub aus als ad 2, erfordern also weniger Widerlager und viel weniger Kosten.

4) Gewölbe aus Gußwerk können mit dem geringsten Gewichte hergestellt werden und üben nach der Erhärtung gar keinen Seitenschub aus, sobald sie nicht Risse erhalten haben. Sie setzen natürlich ein vorzügliches Mörtelmaterial voraus.

Das Zerbröckeln oder Zerbrechen der Steine durch den Druck fängt an den Kanten an, und zwar um so früher, je dünner die Steine sind; darum muß ein aus flacheren Steinen bestehendes Gewölbe doch stärker gemacht werden, als ein anderes von demselben Material, dessen Steine dicker sind; auch sind an den Enden, welche die äußere und innere Gewölbefläche bilden, die Mauersteine nicht so fest vom Kalkmörtel unterstützt, als tiefer im Innern des Gewölbes, so daß man bei einem 30^{zm} starken Gewölbe nur 25^{zm}, also $^5/_6$ derselben rechnen kann.

Die steinernen Ueberdeckungen von Maueröffnungen, welche in den folgenden Fig. von 232—234 dargestellt sind, zeigen einen allmähligen Uebergang zum Fugenschnitt.

Fig. 232 zeigt eine wagerechte Decke. Denkt man sich den Deckstein in der Mitte durchschnitten, so würde er sich nur im Gleichgewicht halten können, wenn er so weit über Punkt A herausgeschoben würde, bis er um eben so viel nach links, wie nach rechts stünde; oder man müßte über B eine Aufmauerung herstellen, welche ihn im Gleichgewicht hielte.

Fig. 232.

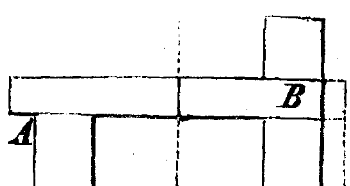


Fig. 233 zeigt eine Bedeckung durch Ueberkragung der einzelnen Steine.

Fig. 234 eine eben solche durch 2 schräg gegeneinander gestellte Steine, wobei schon ein Fugenschnitt nach einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte stattfindet.

Fig. 233. Fig. 234. Fig. 235.

In Fig. 235 endlich bedürfen die drei Stücke AB, BC und CD schon eines vollständigen Fugenschnittes nach dem Punkte M, wenn die einzelnen Stücke einander stützen und tragen sollen.

§. 41. Gewölbelinien.

Man versteht darunter jede gekrümmte Linie, nach welcher eine Gewölbefläche gebogen und nach welcher der Fugenschnitt angeordnet ist.

Der Halbkreis ist höchst wahrscheinlich diejenige Linie gewesen, nach welcher man Wölbungen zuerst angeordnet hat, und zwar aus zweierlei Gründen:

Erstens war man mit dem Fugenschnitte desselben schon durch die zirkelrunde Grundrißform z. B. der Schatzhäuser bekannt geworden (§. 40. 1), und es bedurfte nur des Umstandes, daß man den bisher wagerecht im Grundriß angewendeten Bogen in senkrechter Stellung versuchte, um den ersten und wichtigsten Schritt zur Wölbung mit Fugenschnitt gethan zu haben.

Zweitens spricht die im Alterthume fast ausschließliche Anwendung des Halbkreises und der Kreislinie überhaupt dafür, daß sie die ersten waren, welche angewendet wurden, obgleich man sehr früh im Mittelalter auch andere Bogen angewendet findet, wie den Spitzbogen, den sogenannten Hufeisenbogen 2c.

Die Gewohnheit im Alterthume, mit großen Quadern (Hausteinen, Schnittsteinen) zu bauen, veranlaßte, daß zuerst die Gewölbe ohne Mörtel nur durch Verdübelung verbunden aufgerichtet wurden.

Das erste Bedürfniß einen Bogen zu wölben trat wohl da ein, wo man eine große Oeffnung in einer Mauer bilden wollte. Hieraus entstanden die sogenannten Gurtbögen. Als diese Anordnung gelungen war, versuchte man ein solches Gewölbe zu verlängern, und es ergab sich daraus das sogenannte Tonnengewölbe, welches einen halben hohlen Cylinder bildet.

Schneiden sich zwei Halbcylinder oder Tonnengewölbe von gleichem Durchmesser in gleich hoher Lage wie Fig. 236 von oben und Fig. 237 von unten zeigt, so entstehen zweierlei Arten von Gewölben. Der obere Theil abcd bildet ein sogenanntes Kreuzgewölbe, der untere abcd ein Klostergewölbe. Ersteres besteht aus 4 Kappen, das letztere aus 4 sogenannten Walmen.

Man kann leicht aus 5, 6 oder noch mehr Kappen oder Walmen Gewölbe zusammensetzen, wie Fig. 238 und Fig. 239 zeigt, und

erhält im ersteren Falle 5, 6 oder mehrseitige Kreuzgewölbe, im zweiten dergleichen Klostergewölbe.

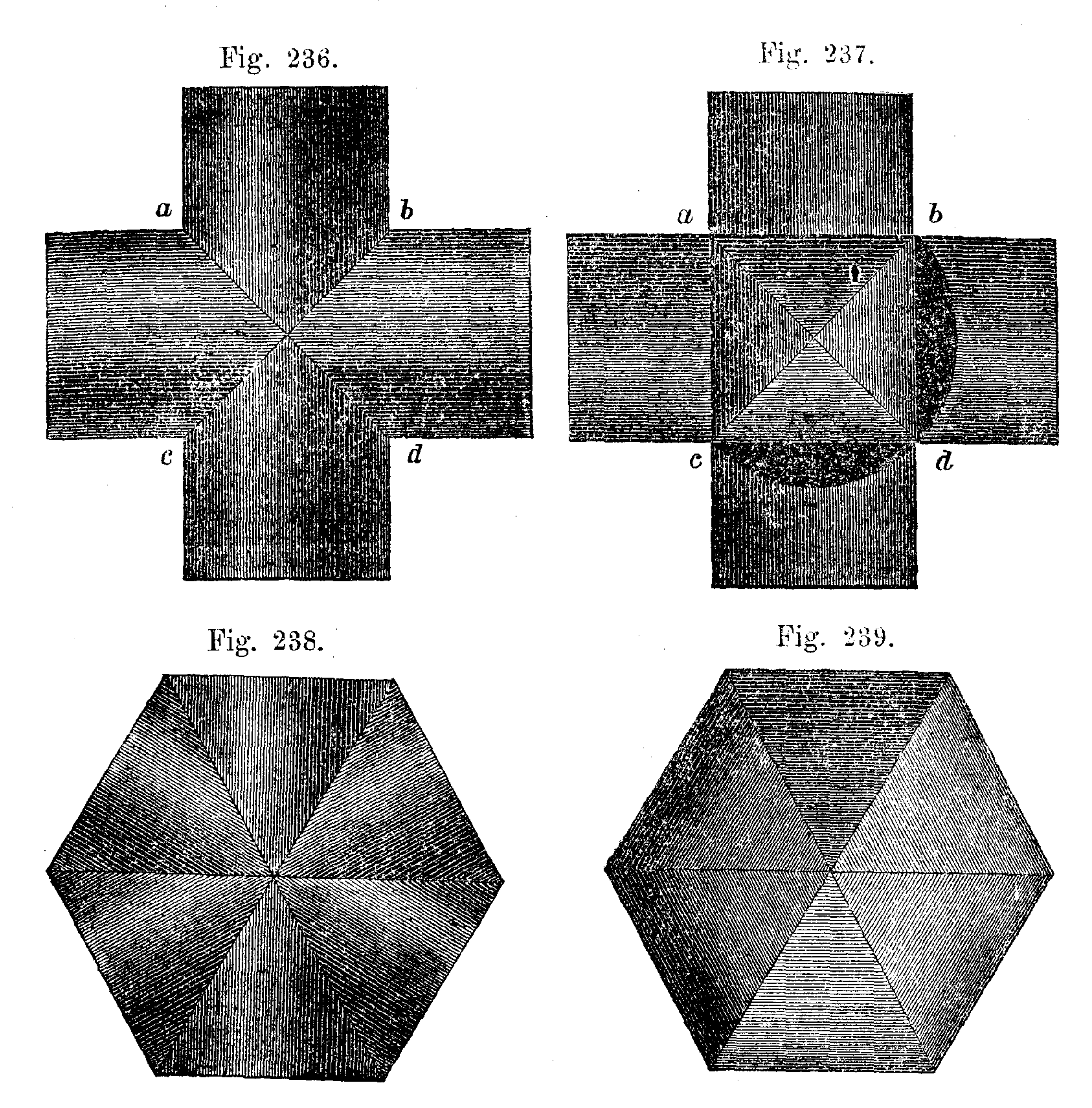


Fig. 236. Fig. 237. Fig. 238. Fig. 239.

Ein vielseitiges Klostergewölbe und vorzugsweise ein solches mit unendlich vielen Seiten nennt man eine Kuppel.

Mit dem Tonnengewölbe, der Kreuzkappe und der Kuppel war man im Stande, alle nur vorkommenden Fälle zu befriedigen, wenn man den Halbkreis als Gewölbelinie behielt, und daher kam es auch, daß sich viele Jahrhunderte hindurch kein anderes System geltend machte.

Der flache Bogen oder ein kleineres Stück eines Kreises wurde als Bogen und Gewölbelinie alsdann angewendet, wenn keine genügende Höhe vorhanden war, um den höheren Halbkreis gebrauchen zu können. Unter dieser Gestalt entsteht das sogenannte Kappengewölbe. Es ist zwar im Ganzen weniger fest als das Gewölbe im

Halbkreise, und kann deshalb auch nur bei geringen Abmessungen verwendet werden; allein da es mit unsern jetzigen Bedürfnissen, besonders in der bürgerlichen Baukunst, sehr wohl übereinstimmt, so hat es in neuester Zeit besonders wegen seiner Wohlfeilheit fast alle anderen Arten von Gewölben für die gewöhnlichen Fälle verdrängt.

Nimmt man bei einer runden Gewölbeform die Höhe geringer an als die halbe Weite des Raumes, so entsteht der sogenannte gedrückte Bogen, das elliptische Gewölbe oder der Korbbogen.

Hängt man eine Kette an ihren beiden Enden auf und zeichnet die Linie vor, welche sie in diesem hängenden Zustande beschreibt, so erhält man eine Kettenlinie. Denkt man sich diese hängende Kettenlinie aufrecht gestellt und nach dem zugehörigen Fugenschnitte ein Gewölbe zusammengesetzt, so entsteht ein Gewölbe nach der Kettenlinie.

Besteht die Gewölbelinie aus zwei sich im Scheitelpunkte schneidenden Gewölbelinien, so entsteht der sogenannte Spitzbogen oder das Gothische Gewölbe.

Außer diesen üblichsten Gewölbelinien bedient man sich in sehr seltenen Fällen der Parabel.

Bei der Wahl der Gewölbelinie kommt es für die bequeme Anwendung bei der Ausführung besonders darauf an, daß die Fugenschnitte möglichst gleichförmig laufen, die einzelnen Steine also möglichst alle eine gleiche Gestalt erhalten können.

Diesen Vortheil gewähren der Halbkreis, der ganze Kreis, das Kreisstück und der einfache Spitzbogen als Gewölbelinien.

Aus je mehr Mittelpunkten eine Gewölbelinie gezogen ist, um so schwieriger und abwechselnder wird die Form der einzelnen Steinstücke. Dies wird namentlich bei Hausteinen fühlbar, verzögert die Arbeit und macht sie verwickelter und schwieriger, weshalb man immer gut thun wird, die obengenannten Linien als Hauptgewölbelinien zu wählen.

Viel schwieriger und verschiedenartiger aber noch als für den Korbbogen sind die Steine für elliptische, parabolische und Gewölbe nach der Kettenlinie herzustellen.

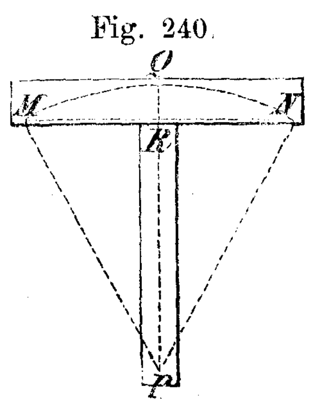
Bei Gewölben, welche aus kleinen durch Mörtel verbundenen Steinen bestehen, fällt ein großer Theil der eben genannten Schwierigkeiten deshalb fort, weil erstens ihre Gestaltung nicht dieselbe Genauigkeit und Schärfe erfordert, wie die Schnittsteine, und weil der Mörtel, wenn er nach und nach erhärtet, immer das Beste für

die Haltbarkeit des Gewölbes thut. Es werden also in diesem Falle Gewölbe, deren Linien aus mehreren Mittelpunkten gezogen sind, leichter zu erbauen sein, als wenn man sie aus Schnittsteinen gebildet hätte.

Nachdem wir nun der Gewölbelinien im Allgemeinen gedacht haben, wollen wir die Aufzeichnung der Einzelnen für die Ausführung betrachten.

1) Der Halbkreis und der Kreis werden bekanntlich so gezeichnet, daß man auf einem Bretterboden für den Mittelpunkt einen Nagel einschlägt, darum einen Faden so schlingt, daß dieser sich frei um den Nagel drehen kann. An einem andern Punkte des Fadens, der um die Länge des Halbmessers vom Mittelpunkt entfernt ist, hält man einen Bleistift senkrecht an und beschreibt durch Bewegung des Bleistiftes um den Nagel von einem Anfangspunkte des Halbkreises (oder Kreises) die geforderte Figur.

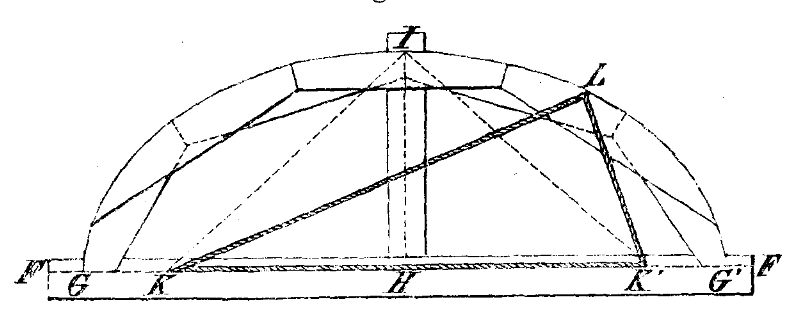
Fig. 240.



2) Der flache Bogen (Stichbogen) wird gezeichnet, wenn man Fig. 240 zwei Brettstücke rechtwinklig gegen einander befestigt. Alsdann trägt man die gegebene Länge des Bogens (die Sehne des Kreisstückes) von M nach N; hierauf rechtwinklig die gegebene Höhe des Bogens von R nach Q und verlängert diese willkürlich nach unten. Alsdann nimmt man eine Schnur mit einem daran befestigten Bleistift 2c. und sucht in der senkrechten Linie durch Probiren den Punkt (P), aus welchem man mit der bis M und N ausgespannten Schnur auch den oberen Punkt Q trifft. Hat man diesen Punkt P gefunden, so zieht man den Bogen MQN und die Aufgabe ist gelöst. Mathematisch findet man den Punkt P, indem man auf der Mitte der geraden Linie MQ ein Perpendikel nach unten errichtet, bis es die Mittellinie QRP schneidet.

3) Der elliptische Bogen wird gezeichnet, wenn man wie in Fig. 242 auf einem wagerechten Brette FF ein senkrechtes Brett anlegt. Auf dem wagerechten Brette zieht man die Linie GG' so lang, als die gegebene Länge der Ellipse ist (die große Axe); auf dem Mittelpunkte H dieser Linie errichtet man eine Senkrechte, willkürlich lang, und steckt darauf das Maaß der halben Höhe der Ellipse (der halben kleinen Axe) HI ab. Alsdann nimmt man die Länge der halben großen Axe GH und trägt sie von I nach K und K'. In den

Fig. 242.



Punkten IKK' schlägt man Nägel ein, und spannt eine Schnur fest um diese drei Nägel. Dann zieht man den Nagel bei I aus, steckt einen Bleistift &c. senkrecht auf I und bewegt diesen Bleistift (immer senkrecht) nach G und G' hin, so wird sich die elliptische Linie GIG' ergeben. Das Dreieck KLK stellt die Lage der Schnur vor, wenn der Bleistift den Punkt L erreicht hat. Die stärkeren Linien KL, LK', KK' zeigen die Ausspannung des Fadens für diesen Fall.

Die auf diese Art erhaltene Linie bildet eine vollkommene, halbe Ellipse. Wollte man eine ganze beschreiben, so dürfte man nur dieselbe Zeichnung unterhalb der Linie GG' wiederholen, wie man sie oberhalb gemacht hat.

Die Gewölbefugen der elliptischen Bögen müssen stets in der Verlängerung der Halbirungslinie des Winkels KLK' Fig. 242 liegen.

An der Linie GILG' sieht man übereinandergreifende Brettstücke gezeichnet. Die punktirten Linien zeigen die untere Lage an, die ausgezeichneten Linien die obere Brettlage, so daß, wenn man sich diese Brettstücke zusammengenagelt denkt, ein Bogen von Holz entsteht, welchen man einen Lehrbogen nennt; weil er dadurch, daß er die Gewölbelinie vorschreibt, zugleich lehrt, wie gewölbt werden soll. Wir werden die Anwendung dieser Lehrbogen weiter unten kennen lernen.

4) Die Zeichnung eines Korbbogens, der sich der Ellipse sehr nähert und für die Praxis genau genug ist, zeigt Fig. 243. AB ist die lange Axe, M der Mittelpunkt derselben; in ihm errichtet man eine Senkrechte und trägt die Höhe des Bogens (die halbe Axe) von M nach D. Alsdann setzt man MD von A nach E, theilt EM und ME jedes in drei gleiche Theile und setzt einen dieser Theile (den vierten) von E nach F und von E nach F, so entstehen in FF die Brennpunkte der Ellipse. Ferner nimmt man die Entfernung FF in den Zirkel und beschreibt aus F und F Kreuzbogen in G, dann zieht man aus G durch F und F willkürlich lange Linien, hierauf beschreibt

man aus F mit AF die Bogen AH und IB, alsdann mit dem Halbmesser GH aus G den Bogen HDI, so ist die Aufgabe gelöset.

Fig. 243.

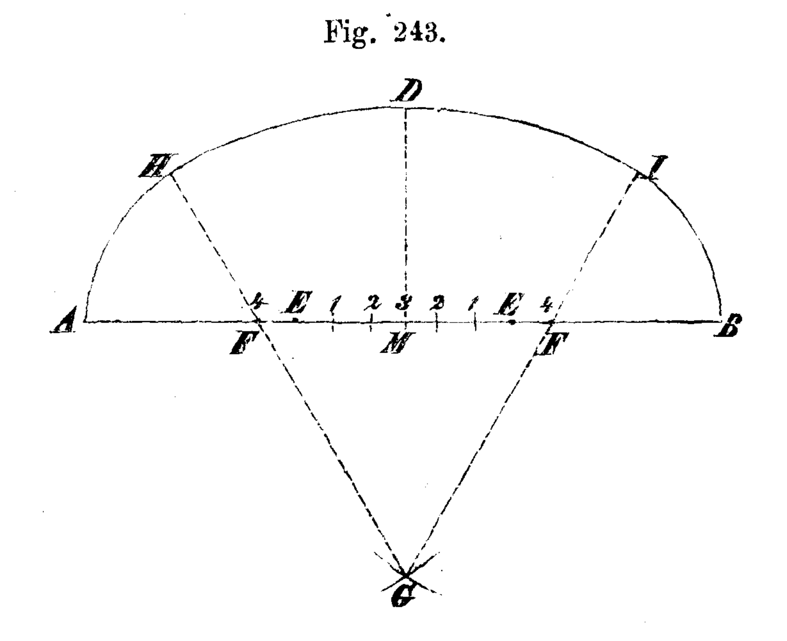
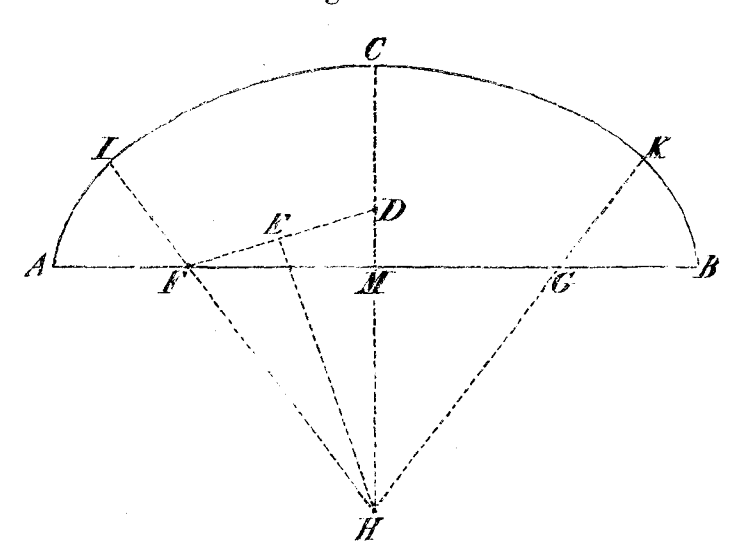


Fig. 244.



5) Um einen Korbbogen (Fig. 244) zu zeichnen, stecke man auf der langen Axe AB ein beliebiges Stück BG=AF ab, setze diese Länge von C nach D, ziehe DF, halbire diese Linie in E, ziehe die Senkrechte EH bis sie CM in H schneidet; alsdann ziehe man durch HF und HG die Linien HFI und HGK, beschreibe aus F den Bogen AI und aus G den Bogen BK, sowie aus H den Bogen ICK.

(NB. Es muß jedoch das Stück AF=GB jedesmal kleiner gewählt werden, als die Höhe CM war.)

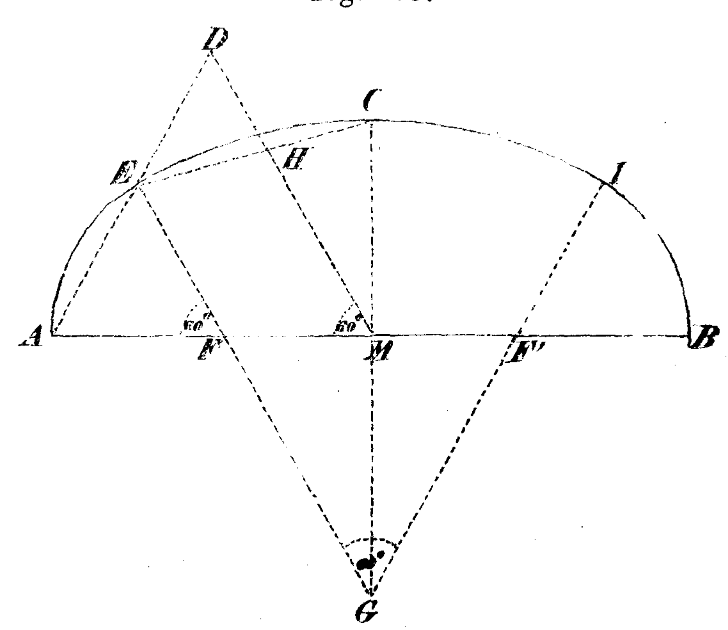
Je größer man die Stücke AF=GB nimmt, je mehr sie sich also

der Linie CM nähern, um so steiler werden die Bogen AI und BK, und um so flacher wird der obere Bogen ICK.

Es versteht sich von selbst, daß man diese Art Linien zu zeichnen sowohl für die praktische Ausführung auf einem Bretterboden (sogenannten Reißboden) als auch auf dem Papier anwenden kann.

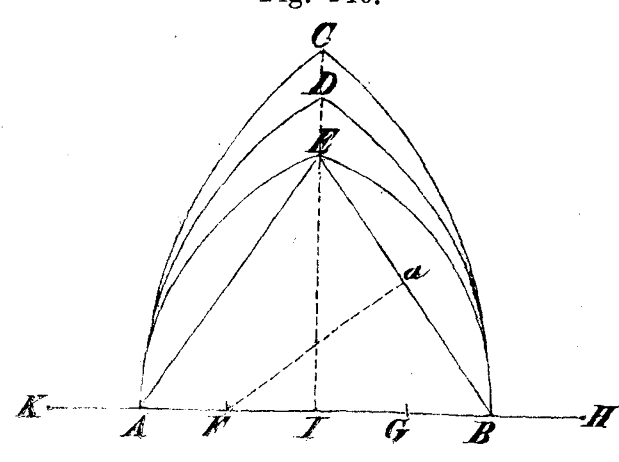
6) Einen Korbbogen aus drei Mittelpunkten so zu beschreiben, daß jeder der drei Kreisbogen einen Mittelpunktswinkel von 60° hat, siehe Fig. 245.

Fig. 245.



Ueber der halben Bogenweite AM beschreibt man das gleichseitige Dreieck AMD, macht MH=MC, zieht die Linie CHE. Von E zieht man die Linie EFG, parallel zu MD, so sind F und G die Mittelpunkte für die Kreisbogen AE und EI; macht man MF'=MI, so ist F' der Mittelpunkt für den Bogen IB.

Fig. 246.



7) Einen Spitzbogen zeichnet man auf folgende Art Fig. 246. Soll der Bogen ein sogenannter gleichseitiger werden, so nimmt man die Linie AB in den Zirkel und beschreibt aus A den Bogen BD und aus B den Bogen AD.

Soll der Bogen nur bis E reichen, so zieht man

aus E die Linie EB, halbirt sie in a, errichtet in a eine Rechtwinklige und verlängert dieselbe, bis sie die Linie AB in F schneidet, so ist E der Mittelpunkt für das Kreisstück EB; trägt man IF von I nach G, so ist ebenso G der Mittelpunkt für das Kreisstück EA. Eben so würde man die Mittelpunkte H und K für einen Spitzbogen finden, dessen Grundlinie AB und dessen Höhe CI wäre u. s. w. für jede beliebige Höhe und Breite desselben, sobald er aus reinen Kreisstücken besteht. Fallen die Mittelpunkte zwischen die beiden Kämpfer wie bei F und G, so nennt man den Bogen einen stumpfen Spitzbogen, fallen sie außerhalb wie bei KL, einen lanzettförmigen.

8) Ein geschleifter Spitzbogen oder Tudorbogen (aus zwei sich schneidenden Viertelellipsen oder Korbbögen gebildet) entsteht, Fig. 247 und 248, wenn man die Mittelpunkte NN der halben Ellipsen willkürlich weit vom Mittelpunkte M der gedrückten Ellipse entfernt, sonst aber wie bei Fig. 243 verfährt.

Fig. 247.

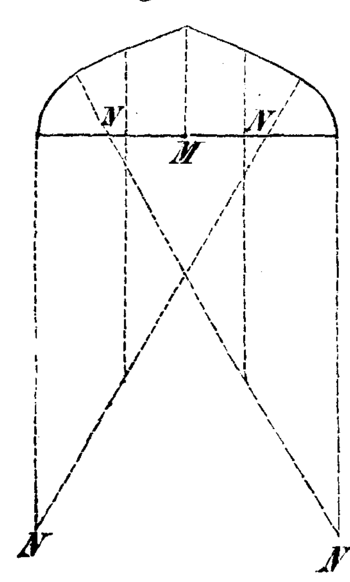


Fig. 248.

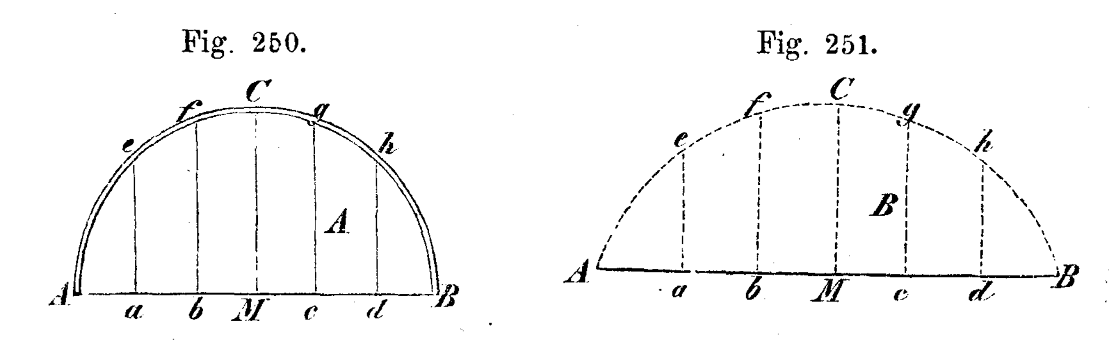
9) Den geschweiften Spitzbogen, Kielbogen oder Eselsrückenbogen zeigt Fig. 249. Derselbe sollte aber als unconstructiv nicht mehr gefertigt werden, und gehört der Entartung der Gothik an.

Fig. 249.

10) Verwandlung einer Bogenlinie in eine flachere oder steilere.

Das nachstehende Verfahren ist

sehr wichtig und wird gewöhnlich angewendet, wenn mehrere Gewölbe und Bögen gleiche Pfeilhöhe, aber verschiedene Spannweite haben. Dieser Fall tritt, wie wir später sehen werden, bei Kreuzgewölben zur Bestimmung der Gratbögen ein, sowie bei Bestimmung der Scheib- und Gurtbögen, wenn der Raum nicht quadratisch ist. Gewöhnlich wird ein Gurtbogen als Halbkreis gewölbt. Um nun die Bogenform für einen andern Gurtbogen zu bestimmen, der dieselbe Höhe, aber eine ungleiche Grundlinie hat (in nachstehender Figur eine längere), verfährt man in folgender Weise: man theile in dem gegebenen Halbkreise (Fig. 250) die Grundlinie AB in eine beliebige Menge gleicher Theile (hier in sechs), errichte dann aus den Theilpunkten **abcd** senkrechte Linien, welche bis an den Umkreis des Halbkreises reichen; dann theile man die Grundlinie des gedrückten Bogens Fig. 251 in eben so viele gleiche Theile, errichte auf den Durchschnittspunkten willkürlich lange senkrechte Linien, und trage dann von der Grundlinie AB (Fig. 250) nach und nach die Längen ae bf



MC cg dh. Um die gefundenen Punkte efgh auch AC und B legt man ein biegsames Leistchen und zieht mit dem Bleistift die Bogenlinie AefCghB.

Es ist einleuchtend, daß in je mehr Theile man die Grundlinie AB theilt, um so leichter wird man (besonders im Großen) die Bogenlinie in Fig. 251 bestimmen können.

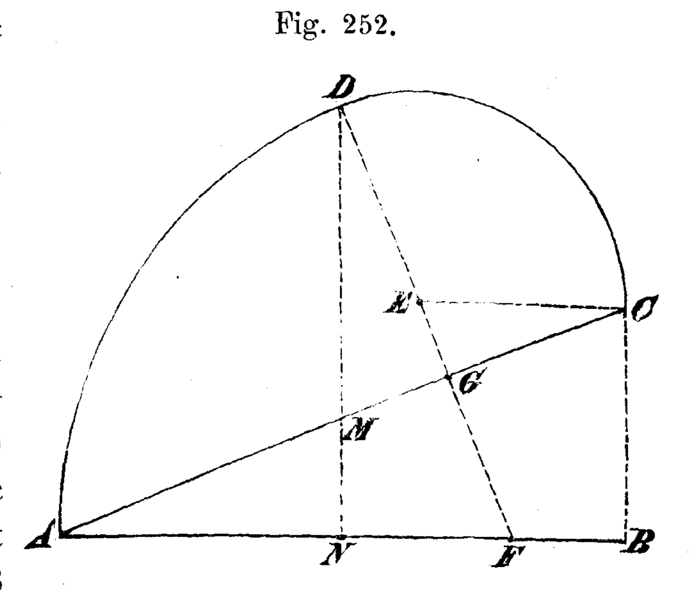
Ferner ist einleuchtend, daß man bei gleicher Höhe CM der Fig. 251 auch eine Grundlinie hätte geben können, welche kleiner als die Grundlinie AB in Fig. 250 gewesen wäre.

Diese Bögen, welche aus dem Halbkreis auf die eben beschriebene Weise erhalten werden, sind elliptische Bögen und man kann sie ebenso gut nach dem Verfahren unter Nummer 3 bestimmen (aber nicht nach 4).

11) Einen steigenden Bogen Fig. 252 zeichnet man auf folgende Weise. Auf der Wagerechten AB bestimme man zuvörderst die Nei-

gung der steigenden Linie AC, bis dahin wo die Senkrechte BC dieselbe schneidet. Dann errichte man in der Mitte von AB bei N die Senkrechte NMD und mache MD=AM=MC. Hierauf ziehe man von D aus die Linie DG rechtwinklig auf AC und verlängere DG, bis sie AB in F schneidet, so ist F der Mittelpunkt des

Fig. 252.

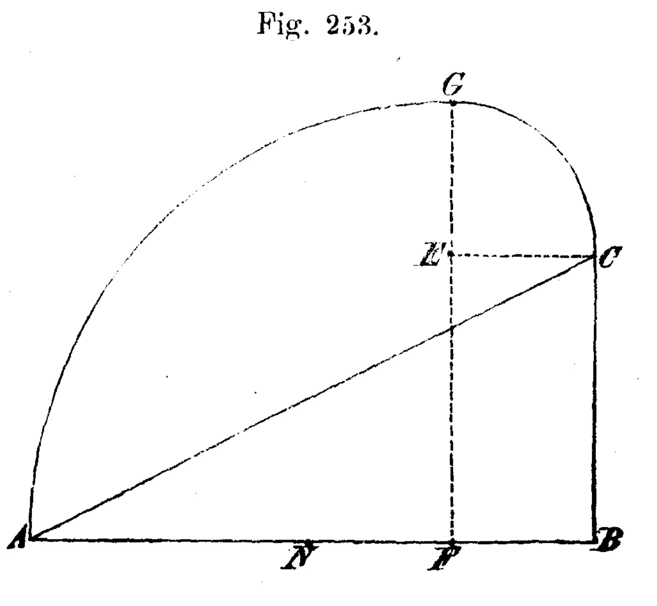


Kreisstückes AD. Ferner ziehe man CE parallel mit AB, so giebt E den Mittelpunkt des Kreisstückes DC und der steigende Bogen ADC ist gezeichnet.

12) Eine zweite Art einen steigenden Bogen zu zeichnen giebt Fig. 253 für den Fall, daß die Steigung oder BC gleich die Hälfte der Oeffnung=AN=NB ist.

Man theile BC in zwei gleiche Theile, und setze einen dieser Theile von B nach F, so daß BF=$\frac{1}{2}$ BC wird. Dann errichte man in F die willkürlich lange Lothrechte FEG. Ferner ziehe man aus dem Punkte C die wagerechte Linie CE, bis sie FG in E schneidet, so ist EC=FB. Ferner setze man das Maaß EC von E nach G,

Fig. 253.



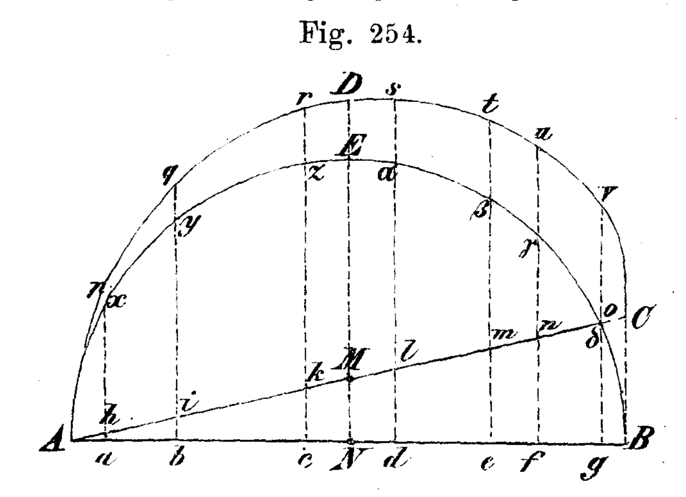
so ist G der Scheitelpunkt der steigenden Bogenlinie. Nun beschreibe man mit dem Halbmesser AF aus F die Bogenlinie AG, und aus E, mit dem Halbmesser EG, den Bogen GC, so ist die steigende Linie gefunden.

Diese Linie ist leicht zu zeichnen und auch häufig anzuwenden, da der Fall oft vorkommt, daß eine Treppensteigung halb so hoch ist, als die Länge derselben. Dagegen dient die in Fig. 252 gezeichnete

Linie für jede beliebige Steigung und ist also allgemein zu gebrauchen.

13) Eine dritte Art den steigenden Bogen zu zeichnen, liefert Fig. 254. Nach dieser Art verfahren die Maurer gewöhnlich, wenn steigende Bogen z. B. bei gewölbten Treppen angewendet werden.

Fig. 254.



Auf der gegebenen wagerechten Entfernung AB beschreibe man aus dem Mittelpunkte N den Halbkreis AEB, errichte dann in den beliebig gewählten Punkten abcdefg die Lothrechten ax by cz NE dα eβ fγ gδ bis an die Peripherie des Halbkreises, und darüber hinaus. Dann bestimme man die Neigung der schrägen Linie AC, und ziehe sie von A aus so lang, bis sie in C durch die in B errichtete Senkrechte BC getroffen wird. Nun mache man die Senkrechte MD = NE, ferner setze man ax von h bis p, by von i bis q, cz von k bis r, dα von l bis s, eβ von m bis t, fγ von n bis u und gδ von o bis v, bezeichne überall die Höhenpunkte und ziehe alsdann aus freier Hand mit dem Bleistift ꝛc. die steigende Bogenlinie ApqrDstuvC.

Man sieht, daß diese Linie wie in 10 durch die Verwandlung des Halbkreises in einen steigenden Bogen erfolgt ist. Je mehr man Senkrechte auf AB annimmt, desto genauer wird die steigende Linie, und desto bequemer läßt sie sich aus freier Hand zeichnen. Auch ist es, wie man eben gesehen hat, nicht nothwendig, daß die Senkrechten auf die Linie AB unter sich in gleichen Abständen gewählt werden; im Gegentheil kann man die Entstehungspunkte abc dieser Senkrechten wählen wie man will, und wie es einem für die Zeichnung der krummen steigenden Linie am angemessensten scheint; namentlich thut man gut, an den beiden Enden kleine Abstände zu nehmen.

14) Eine Kettenlinie zu beschreiben. Zuerst bestimmt man an einer senkrechten Holzschalung die wagerechte Länge, welche die Breite des Bogens bezeichnet, den man der Kettenlinie geben will. In der Mitte dieser wagerechten Linie fällt man eine senkrechte, willkürlich lange Linie nach unten, und steckt auf dieser die verlangte Höhe des Kettenbogens ab. Alsdann hängt man eine eiserne Kette an den

Endpunkten der wagerechten Linie so auf, daß die Kette durch den unteren Punkt der senkrechten Linie geht, welcher die Höhe des Bogens bezeichnet. Dann zieht man auf freier Hand die Linie nach der Lage der Kette und schneidet den Lehrbogen danach aus.

Da die Kette eine bestimmte Breite hat, so hängt man sie am besten so, daß sie den Kettenbogen im Lichten gemessen einschließt, weil sonst die Linie größer oder kleiner als die vorgeschriebenen Abmessungen werden würde.

Die Kettenlinie läßt sich auch ohne Kette bestimmen, indeß ist die Construction derselben mit etwas langwierigen Rechnungen verbunden. weshalb hier nur das praktisch Naheliegende angegeben worden.

§. 42. Die Widerlager der Gewölbe.

Jeder gewölbte Bogen, welcher aus einzelnen Steinen besteht, übt, wie wir bereits in §. 40 erwähnten, einen senkrechten Druck, welcher je nach dem Gewicht und der Belastung des Bogens größer oder kleiner ist, und außerdem einen Seitenschub, welcher nicht allein von dem Gewicht und der Belastung des Bogens, sondern auch von der größeren oder geringeren Pfeilhöhe abhängt (bei derselben Spannweite).

Unter Widerlager eines Gewölbes oder Bogens versteht man dasjenige Mauerwerk, auf dem der Bogen ruht, und welches so stark sein muß, daß der Seitenschub des Bogens nicht im Stande ist, es umzuschieben. Wir haben bereits (§. 40, 2) gesehen, daß, wenn die Steine mit Mörtel verbunden werden, der Seitenschub des Gewölbes nach und nach mit der Erhärtung des Mörtels aufhört, bei solchen Gewölben aber, wo die einzelnen Steine nicht durch Mörtel verbunden sind, hört dieser Seitenschub nie auf, sondern wirkt fortwährend.

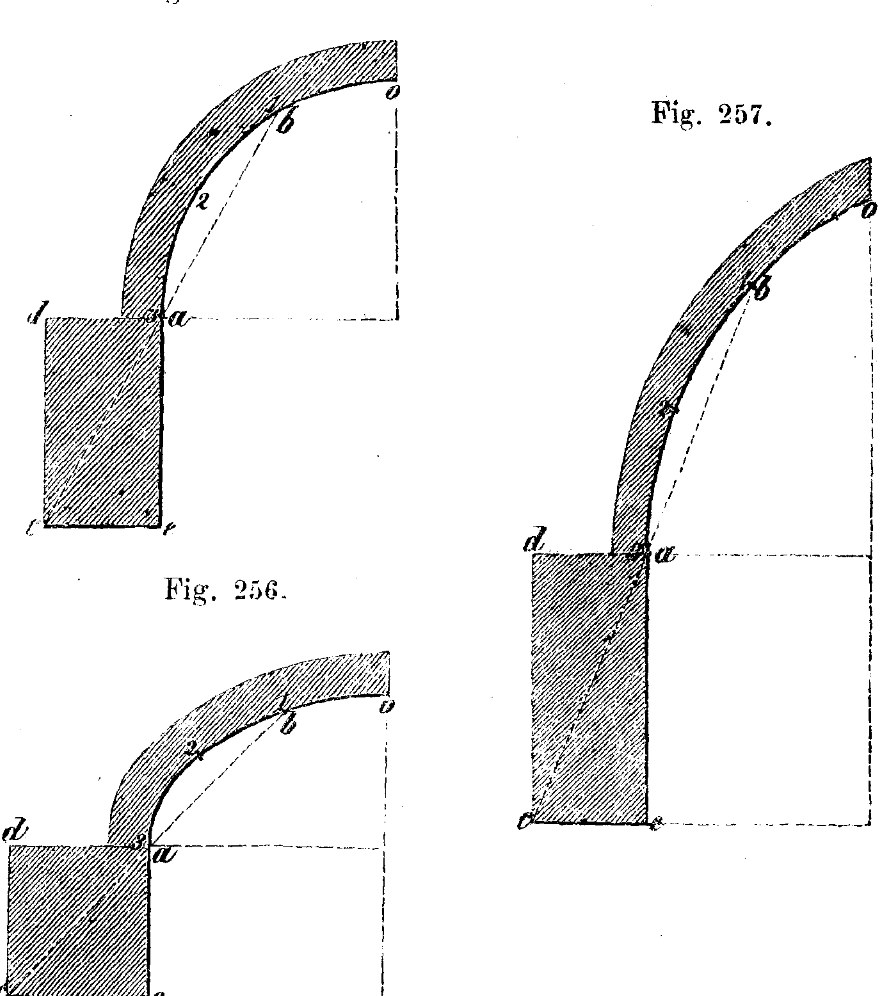
Man hat sich vielfältig beschäftigt, die erforderliche Stärke der Gewölbewiderlager durch Rechnung theoretisch zu bestimmen, da aber die Theorie hiervon nicht nur äußerst schwierig ist, auch eine Menge von Umständen, wie z. B. Verschiedenheit des angewendeten Materials, ferner die größere oder geringere Sorgfalt bei der Arbeit wesentlichen Einfluß haben, so ist man nur für die einfachsten Fälle im Stande gewesen, mit der Erfahrung übereinstimmende Regeln aufzustellen, deren wir hier die besten und bequemsten ausführen wollen.

Bestimmung der Widerlager nach Déran.

Die Fig. 255—257 zeigen drei verschiedene Fälle. In Fig. 255 ist die Hälfte eines halbkreisförmigen Gewölbes oder Bogens vorge-

stellt. Man theile den Viertelkreis in drei gleiche Theile, die mit 0, 1, 2, 3 bezeichnet sind, ziehe durch 1 und 3 die Sehne ab und verlängere diese Linie willkürlich nach unten; alsdann mache man ac = ab und beschreibe das Rechteck aecd, so ist dies das gesuchte Widerlager. Seine Stärke beträgt etwa den vierten Theil der Bogenöffnung.

In Fig. 255 ist die Hälfte eines elliptischen Bogens gezeichnet. Man theile die Bogenlinie wieder in drei gleiche Theile, ziehe ba, verlängere sie nach unten, mache ac = ab, vollende das Rechteck adce, so ist dieses die gesuchte Widerlagsstärke. Diese beträgt hier zwischen 1/4 bis 1/3 der Bogenöffnung.



Es ergiebt sich demnach: daß, je niedriger der Bogen ist, um so stärker muß das Widerlager sein, um dem Seitenschube zu widerstehen. Hiervon kann man sich sehr leicht noch mehr überzeugen, wenn man ein flaches Kreisstück von derselben Bogenöffnung wie

Fig. 255 und 256 zeichnet, welches eine noch geringere Bogenhöhe hätte als der elliptische Bogen in Fig. 256. Suchte man dafür ganz in derselben Art, wie eben gezeigt wurde, die Widerlagsstärke, so wird man finden, daß bei dem flachen Kreisstücke das Widerlager noch stärker sein muß, als es bei der Ellipse war.

Sucht man bei gleicher Weise für den Spitzbogen Fig. 257 die Widerlagsstärke wie vorhin, so findet man, daß der Spitzbogen, wenn er gleiche Bogenöffnung wie der Halbkreis Fig. 255 und die Ellipse Fig. 256 hat, der geringsten Widerlagsstärke bedarf, denn sie beträgt hier noch kein volles Viertheil der ganzen Bogenöffnung.

Hieraus folgt die sehr wichtige Regel, daß: je flacher der Gewölbebogen bei gleicher Bogenöffnung ist, um so stärker müssen die Widerlager sein; welcher Satz durch die Erfahrung vollkommen bestätigt wird.

Es ist noch zu bemerken: daß die Déran'sche Methode die Widerlager etwas stärker angiebt, als sie bei gutem Mörtel und guter Arbeit erforderlich sind, sie ist also für alle Fälle vollkommen ausreichend.

Es folgt ferner aus dem Vorigen: daß ein sogenanntes scheitrechtes Gewölbe (nach wagerechter Linie und aus einzelnen Steinstücken mit Fugenschnitt zusammengesetzt) das stärkste Widerlager brauchen wird und umgekehrt: daß, je höher der Bogen ist, im Verhältniß zu seiner Breite, um so schwächer kann das Widerlager werden.

Zufällige Verstärkungen auf Widerlager (Brückengewölbe, überhaupt Gewölbe auf Pfeilern).

Oft kommt der Verstärkung der Widerlager schon die eigenthümliche Anordnung des Bauwerkes zu Hülfe. Wir haben bis jetzt die Bogen und Wölbungen als für sich freistehend betrachtet; gewöhnlich aber kommen sie in Verbindung mit andern Mauern, mit darauf sich erhebenden Stockwerken ꝛc. vor, wodurch die Widerlager an sich so viel verstärkt werden, daß sie viel schwächer ausfallen können, als man sie sonst der Regel nach machen müßte. Wir wollen hier die vorzüglichsten Fälle dieser Art anführen, woraus man leicht den Schluß auf andere machen kann.

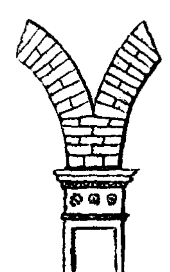
Erstens denke man sich einen Gurtbogen zwischen zwei Futtermauern gespannt, so wird ein Theil des Seitenschubes des Bogens durch den gegen die Futtermauern fortwährend wirkenden Erddruck aufgehoben. Die Futtermauern (als Widerlager des Gewölbes) können

daher in diesem Falle schwächer angelegt werden, als wenn kein Gurtbogen vorhanden wäre, weil sie alsdann den ganzen Erddruck hätten allein aushalten müssen, welchen nunmehr der Seitenschub des Bogens überwinden hilft.

Hierbei wird man jedoch die beiden Futtermauern so lange durch eingesetzte Sperrbalken absteifen müssen, bis der Bogen fertig eingesetzt ist, weil sonst die Futtermauern von dem Eindrucke ausgebaucht oder herübergedrückt werden könnten.

Zweitens denke man sich einen Pfeiler, der als Widerlager für zwei Gurtbogen dient, die nach derselben Richtung laufen; alsdann hebt der Schub des einen Gurtbogens den des andern auf, wenn beide Bögen gleiche Spannung haben, und der Pfeiler hat nur den senkrechten Druck der Bögen auszuhalten. In diesem Falle giebt man dem Pfeiler, so weit dies thunlich ist, die doppelte Stärke des Gewölbebogens und dann kann man mit dem Wölben beider Gurte auf dem Kopfe des Pfeilers beginnen; jedoch genügt für die Stärke des Pfeilers in gewöhnlichen Fällen schon $1/8$—$1/12$ der Spannweite, dann aber ist es vortheilhaft und oft sogar nothwendig, die ersten Schichten, wie in Fig. 258, zu überkragen und nach der Bogenlinie zu hauen, bis man eine solche Stärke erlangt hat, daß beide Bögen in ihrer vollen Stärke beginnen können.

Fig. 258.



Aehnlich verfährt man sowohl beim Wölben wie bei der Bestimmung der Pfeilerstärken bei Kreuzgewölben, wo vier Gurtbogen von einem Pfeiler ausgehen.

Ist eine lange Reihe von ungleichweit gespannten Bögen auszuführen, so müssen **die Erdwiderlager** stark genug für den Bogen mit der **weitesten** Spannung gewählt werden, wobei es gleichgültig ist, an welcher Stelle der Bogenreihe sich der letztere befindet.

Aus dem Gesagten läßt sich auch erklären, wie bei vielen Kirchen und anderen Gewölben ein ganz dünner Granitpfeiler im Stande ist, die sämmtlichen Gewölbe eines sehr großen Raumes zu tragen. Es geschieht dieses allein dadurch, daß er durch den gleichmäßigen Seitenschub aller Bogen selbst im Gleichgewichte gehalten wird, und folglich nur so viel Stärke zu haben braucht, daß er unter der Last, welche er trägt (unter dem senkrechten Drucke der Gewölbe) nicht zerdrückt werde.

Bei Brücken, welche mehrere Pfeiler haben, ist es ebenfalls nur nöthig, die End- oder Stirnpfeiler an den Ufern so stark zu machen

daß sie dem Seitenschub der an sie gelehnten Bogen widerstehen. Die Zwischenpfeiler hingegen können weit schwächer angelegt werden, da sie bei gleich großen Wölbebogen nur den Druck derselben auszuhalten haben, indem der Seitenschub der Gewölbebogen sich gegenseitig aufhebt, wenn dieselben vollständig eingewölbt sind.

Da jeder der einzelnen Zwischenpfeiler zu schwach ist, dem Seitenschub des Gewölbes zu widerstehen, so muß man entweder alle Gewölbebogen der Brücke gleichzeitig einwölben und die Zwischenpfeiler bis zur Beendigung sämmtlicher Bogen gegen einander absteifen; oder wenn man alle Bogen, wie es oft der Fall ist, nicht gleichzeitig anfangen kann, so beginnt man mindestens zwei bis drei Bogen zugleich, wölbt den ersten oder die beiden ersten zu und benutzt das Lehrgerüst des ersten Bogens für den vierten Bogen; die einstweilen leer bleibenden Zwischenweiten steift man so lange gegen einander und gegen die Stirnpfeiler ab, bis nach und nach alle Bogen eingewölbt sind.

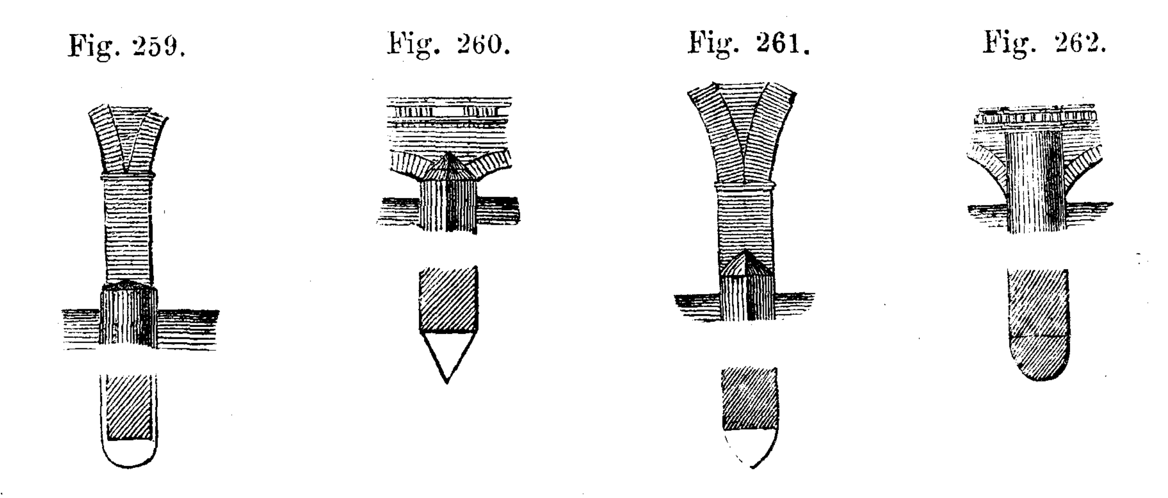
Bei sehr langen Brücken würde durch den Einsturz oder die Vernichtung eines Bogens das ganze Bauwerk gefährdet, wenn man lauter schwache Zwischenpfeiler anwendet. Ueberdies ist man oft genöthigt, die Strompfeiler, wegen der schwierigeren Gründung und um den Fluß nicht zu beengen, weiter auseinander zu stellen, wodurch man Gewölbe von verschiedener Weite erhält. In diesem Falle theilt man das Ganze in Abtheilungen oder Gruppen und giebt dem Endpfeiler einer Gruppe die volle Widerlagsstärke für den größeren Bogen. (Eine solche Anordnung findet man außer andern, namentlich bei den großen Eisenbahn-Viaducten zu Bunzlau und Görlitz.) Die Zwischenpfeiler, auf denen gleiche Bogen ruhen, deren Seitenschub sich gegenseitig aufhebt, bekommen nur die gewöhnliche Stärke. Je nach der Höhe der Pfeiler müssen dieselben, wie früher angegeben, verstärkt werden, doch macht man selbst bei ungleichem Terrain die Pfeiler einer Gruppe gleich stark und richtet sich dabei nach der Stärke des höchsten Pfeilers derselben Gruppe.

Durch diese Anordnung ist man im Stande, die Pfeiler einer Gruppe vollständig zu überwölben und die Hintermauerung auszuführen, so daß dann die Lehrgerüste anderweitig verwendet werden können.

Sind die Bogen ungleich und man will keine Pfeiler anwenden, welche die volle Widerlagsstärke haben, so pflanzt der größere Bogen noch einen Theil seines Seitenschubes auf den nebenstehenden kleineren

fort und in diesem Falle ist es am besten, den letzten Widerlagspfeiler (den Stirnpfeiler) so stark zu machen, daß er dem Seitenschube des größeren Bogens zu widerstehen im Stande ist.

Nebenbei wollen wir noch bemerken, daß die Strompfeiler einer Brücke vorn und hinten oder am Ober- und Unterwasser Vorlagen erhalten müssen, die man Häupter nennt. Diese Häupter müssen bis über den höchsten Wasserstand reichen und erhalten im Grundriß entweder die Form eines Halbkreises Fig. 259, oder eines Dreiecks Fig. 260, oder eines Spitzbogens Fig. 261, oder die Form eines überhöhten Bogens Fig. 262. Sie dienen dazu, das Wasser gegen


Fig. 259. Fig. 260. Fig. 261. Fig. 262.

den Strom von den Pfeilern ab nach der Mitte der Oeffnung zu leiten und hinten, um das Unterwasser allmählig zusammenzuführen, und verhüten, daß sich Wirbel bilden, welche einen größeren Angriff auf das Grundbett ausüben und somit den Pfeiler unterspülen würden.

Drittens. Wenn ein Gewölbe in einem untern Stockwerke ausgeführt wird, so wirken die auf den Widerlagsmauern stehenden Mauern zur Verstärkung des Widerlagers mit und man kann die unteren Widerlagsmauern daher ohne Gefahr $^1/_4$—$^1/_3$ schwächer anlegen, denn dem Seitenschub des Gewölbes wirkt jetzt noch die Last der oberen Mauer entgegen. Gewöhnlich nimmt man auf diesen vermehrten Druck nur dann Rücksicht, wenn bei schwachen Mittelwänden die Corridore der oberen Stockwerke gewölbt werden sollen. Bei Kellern läßt man den Druck der oberen Mauer meistens außer Acht, da die Mauern schon an und für sich stark werden und da die zur Anwendung kommenden Gewölbe (das Kappengewölbe, Kreuzgewölbe, der Korb- und Stichbogen 2c.) theils an und für sich, theils wegen der geringen Höhe der Kellergeschosse auch nur über geringe Weiten

gestreckt werden, so daß es leicht möglich wird, alle Widerlager von Gewölben und Gurtbogen $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$ der Spannweite stark zu machen.

Außer einem hinreichend starken Widerlager ist jedoch bei allen Gewölben die sogenannte Hintermauerung nothwendig, namentlich bei allen Gewölben, welche nach den Widerlagern zu nicht stärker sind, als am Scheitel. Diese Hintermauerung ersetzt die Verstärkung der Gewölbe an den Widerlagern, vermehrt den Druck auf dieselben und wirkt dem Seitenschub der Gewölbe entgegen. In Fig. 263 ist ein rundes, von senkrechten Mauern eingeschlossenes Gewölbe gezeichnet, die Dreiecke **abc** und **def** geben die erwähnte Hintermauerung an. Durch dieselbe wird, wie schon erwähnt, der sogenannte Fuß des Gewölbes fester. In Fig. 264 ist die Hintermauerung von a aus nach der Tangente abgeglichen. Man läßt die Hintermauerung jedoch nicht

Fig. 263.

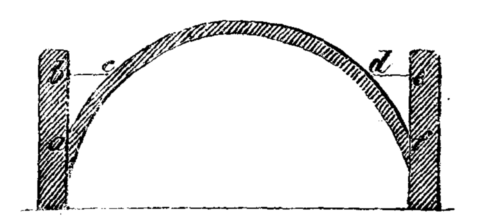
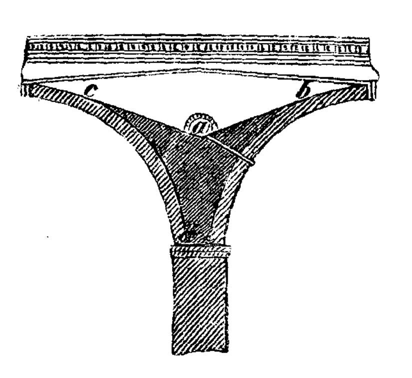


Fig. 264.



so weit hinaufreichen, daß sie den oberen flacheren Theil des Gewölbes belastet, wodurch gleichzeitig der Seitenschub vermehrt würde. Bei großen Kirchen mit Kuppeln setzte man auf das Widerlager der inneren flachen Kuppel eine zweite größere und höhere, die, weil sie nach einer steileren Linie gebildet wurde, ein schwächeres Widerlager bedurfte und durch ihre Last zugleich den bedeutenden Seitenschub der flacheren Kuppel aufheben half. Beispiele hiervon findet man in vielen größeren Kirchen, welche Kuppeln haben. (Pantheon zu Paris.)

Vortheilhaft ist es noch, wenn die Widerlager erst austrocknen können, bevor man die Gewölbe aufführt, weil sie dann dem Seitenschube derselben besser und kräftiger widerstehen.

§. 43. Von den Gewölbestärken.

Wir werden zwar im Verfolg die Stärken der Gewölbe für die gewöhnlichen Anordnungen bei den einzelnen Gewölbearten kennen lernen, jedoch müssen wir einige allgemeine Bemerkungen vorausschicken.

1) Je schwerer das Gewicht eines Gewölbes ist, um so mehr wirkt es auf den Seitenschub hin, und umgekehrt, je leichter es ist, um so geringer wird der Seitenschub sein; deshalb wird man, unbeschadet der Haltbarkeit, die Gewölbestärke so gering als möglich machen.

Die größere oder geringere Stärke ist jedoch auch sehr von dem Material abhängig, aus welchem die Gewölbe gefertigt werden. Je fester das Material ist, um so schwächer können verhältnißmäßig die Gewölbe werden; außerdem kommt noch die Form des Materials in Betracht, ob dasselbe in regelmäßigen oder unregelmäßigen Stücken verwendet werden soll.

Fester Haustein ist zu großen Gewölben, namentlich zu Brückengewölben das vorzüglichste Material.

Bruchsteinstücke sind nur zu kleineren Keller- und Stallgewölben anwendbar.

Gut gebrannte Mauersteine haben eine große Festigkeit, und man hat, unbeschadet der Zusammendrückbarkeit der vielen Mörtelfugen, Brückenbogen bis zu 40^{m} lichter Weite daraus erbaut.

Gewölbe von Lehmsteinen können nur an ganz trockenen Orten errichtet werden, auch kann man sie, wegen der leichten Zerdrückbarkeit des Materials, nur über mäßig große Räume spannen.

Gußgewölbe und Gewölbe aus Stampfmörtel verhalten sich hinsichtlich ihrer Stärke wie solche aus undichtem Gestein; sie müssen stärker angefertigt werden, als wenn man ein sehr festes Material dazu verwendete. Haben die Wölbungen außer ihrer eignen Last keine andere zu tragen, so wählt man auch das möglichst leichteste Material, wenn es nur sonst seinem Zwecke entspricht. Haben die Gewölbe aber außer der eigenen Last noch eine andere zu tragen, so muß man die festesten Steine wählen. Gut gebrannte Ziegelsteine entsprechen allen Anforderungen in dieser Hinsicht.

Werden die Gewölbesteine mit Mörtel verbunden, so sind vorzugsweise solche Steine zu wählen, welche eine innige Vereinigung mit dem Mörtel einzugehen geschickt sind; es würden demnach sehr scharf gebrannte Mauersteine zu diesem Zwecke weniger taugen, als mittelscharf gebrannte, weil erstere den Mörtel nicht einsaugen. Aus demselben Grunde würden Bruchsteine, abgesehen von ihrer unregelmäßigen Form, weniger tauglich sein, als gebrannte Mauersteine. Zu den Widerlagern muß man die festesten und schwersten Steine wählen,

damit diese weder zerquetscht, noch leicht verschoben werden können, wozu ihr größeres Gewicht natürlicherweise wesentlich beiträgt.

2) Bei jedem steileren Gewölbe kann man die ersten Schichten aus freier Hand wölben; so weit dies möglich ist, halten sich die Steine durch Reibung und den Zusammenhang des Mörtels. Betrachtet man dabei die Tangenten, welche man in den Fugenschnitten am Gewölbebogen zieht, so nähern sich diese mehr und mehr der lothrechten Linie. In dem flacheren Theile des Gewölbes bleiben die Steine nicht mehr durch Reibung liegen, sondern sie werden durch Pressung gehalten und üben einen Seitenschub aus, der sich bis auf die untersten Schichten des Gewölbes nach dem Widerlager fortpflanzt und dieses umzuschieben strebt. In diesem Theile des Gewölbes nähern sich die Tangenten mehr der wagerechten Linie und erreichen diese im Scheitel des Bogens.

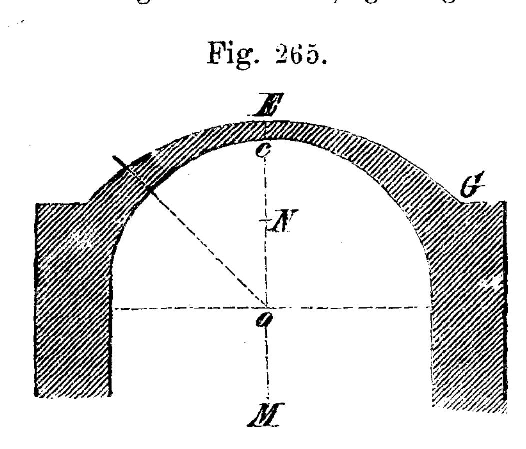
Wiewohl die untersten Wölbsteine an und für sich keinen Seitenschub ausüben, so lange sie durch Reibung gehalten werden und ihr Schwerpunkt unterstützt ist; so erleiden sie dennoch einen Seitenschub, welcher von dem oberen flacheren Theile des Gewölbes herrührt und sich nach dem Widerlager fortpflanzt. Demnach ist es falsch, wenn man annimmt, daß die Widerlager keinen Seitenschub auszuhalten haben, sobald die Tangente bei der untersten Gewölbefuge lothrecht ist, denn dann würden alle Gewölbebogen, welche sich tangential an das Widerlager anschließen, wie der Halbkreis- und Korbbogen, die Ellipse ꝛc., keinen Seitenschub darauf ausüben dürfen, wenn auch ihre Spannweite beliebig groß wäre.

Hingegen folgt, daß der Seitenschub um so geringer ist, je kleiner der Theil des Gewölbes ist, bei dem die Tangenten sich mehr der Wagerechten nähern oder je steiler der Gewölbebogen an sich ist. Umgekehrt wird bei einem flacheren Gewölbe der Seitenschub um so größer, je mehr es sich dem sogenannten scheitrechten Bogen nähert.

3) Ein Gewölbe kann entweder in seinem ganzen Umfange gleich dick sein, wie es bei Gurtbogen von gebrannten Mauersteinen, oder bei kleineren Gewölben dieses Materials gewöhnlich der Fall ist, oder die Gewölbe werden nach dem Scheitel zu schwächer, welcher Fall bei Gewölben von Hausteinen, bei großen Ziegelgewölben oder auch bei Gußgewölben eintritt. Sind sie durchweg gleich stark, so braucht ein freistehender Bogen, wenn er sich ohne Bindemittel halten soll, wenigstens den sechzehnten Theil seines lichten Durchmessers zur

Stärke. Da aber die Gewölbebogen immer noch eine Verstärkung der Wölbsteine nach den Widerlagern theilweise ersetzt, so kann man dem Bogen eine noch geringere Stärke geben.

Fig. 265.



Das gewöhnliche Verfahren, die Dicke des Gewölbes an den Widerlagen zu bestimmen (wenn das Gewölbe im Scheitel dünner wird), besteht in Folgendem. Es sei Fig. 265 ein halbkreisförmiges Gewölbe. Man theile den Halbmesser OC in zwei gleiche Theile und mache OM = $\frac{1}{2}$ OC; hierauf setze man die Stärke des Gewölbes im Scheitel, welche man aus der Rondelet'schen Tabelle entnehmen kann, von C nach E und beschreibe mit ME den Bogen EG.

Ganz ebenso verfährt man bei Stichbogen und ähnlich für andere Bogen. Da bei einem Gewölbe jeder nächst untere Wölbstein die Last der darüber folgenden Steine zu tragen hat, so wird durch diese Verstärkung des Gewölbes eine größere Sicherheit erzielt; die sogenannte Mittellinie des Druckes, in der man alle in einem Gewölbe und auf dasselbe wirkenden Kräfte vereint denken kann, liegt hier zwischen der äußeren und inneren Gewölbelinie, so daß von dieser gedachten Linie aus die Wölbsteine noch hinreichende Stärke haben. Bei Gewölben, die nach dem Widerlager hin nicht stärker werden, tritt diese Linie unter Umständen aus dem Gewölbe heraus, entweder nach außen oder in die lichte Oeffnung, und im ersteren Fall muß die Hintermauerung die Verstärkung des Gewölbes ersetzen, im letzteren Falle steht der Einsturz des Gewölbes bevor.

Deshalb werden große Gewölbe, selbst wenn sie aus Ziegeln gefertigt werden, nach den Widerlagern hin verstärkt und diese Verstärkung läßt man nach dem Scheitel in einzelnen Absätzen abnehmen, so daß man nicht nöthig hat, viel Steine zu verhauen.

Der deutsche Brückenbaumeister Bach nahm für die Höhe des Brückenschlußsteines $\frac{1}{24}$ der Bogenweite und giebt in jedem Falle noch $\frac{1}{3}$ m hinzu, jedoch macht er die gedrückten Bogen stärker, indem er als Bogenweite den größten Durchmesser der Krümmung im Schlusse annimmt und danach die Stärke im Scheitel bestimmt.

Für Brückenbogen aus Mauersteinen pflegt man die Gewölbe-

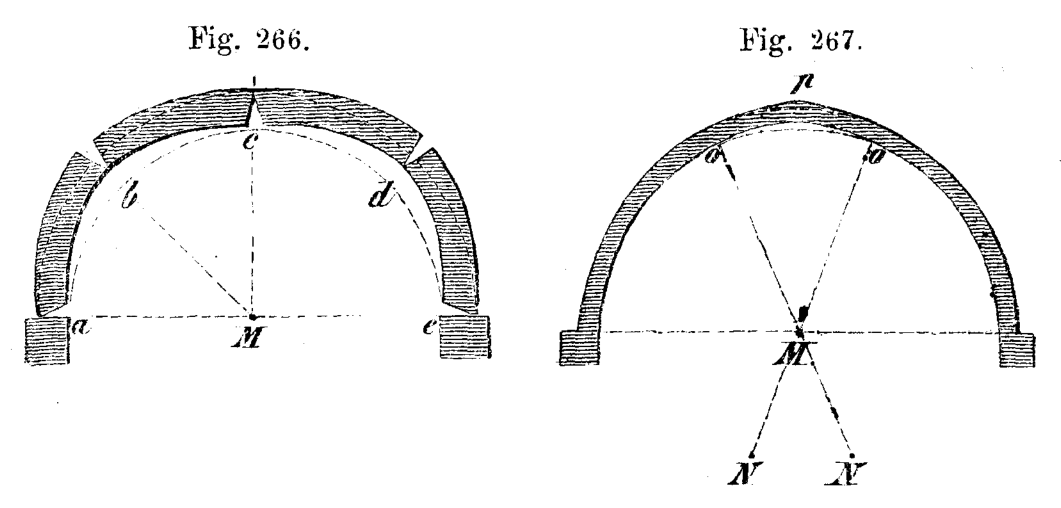
stärke im Scheitel = $^1/_{12}$ bis $^1/_{14}$ der Spannweite zu machen und diese Stärke nach den Widerlagspunkten etwas wachsen zu lassen.

Außerdem hat man folgende Erfahrungssätze: Wenn zwei bis drei Stockwerk hohe Mauern auf einem Gurtbogen stehen, so muß das Gewölbe in Mauerstein bis 2^m Spannweite = 1 Stein, bei $2-5^m = 1^1/_2$ Stein, bei $5-6^m$ = 2 Stein stark gemacht werden.

Für leichte Gewölbe, die durch nichts belastet werden, nimmt man die Gewölbestärke bei Gußgewölben $^1/_{20}$, für Mauerstein $^1/_{30}$ und für Haustein $^1/_{50}$ der lichten Weite.

Weitere Bemerkungen über die Gewölbestärken werden bei den einzelnen Gewölbearten späterhin folgen.

4) Wir haben in 2) dieses §. gesehen, daß der steilere Theil eines Halbkreisgewölbes, bei welchem die Tangenten sich mehr der lothrechten Linie nähern, an und für sich keinen Seitenschub ausübt, so lange der Schwerpunkt unterstützt ist und die einzelnen Steine durch Reibung liegen bleiben. Hingegen erleidet der steilere Theil einen Seitenschub durch den flachen Theil des Bogens, in welchem die einzelnen Steine durch Pressung gehalten werden, und pflanzt diesen Seitenschub auf das Widerlager fort.



Betrachten wir in Fig. 266 den Halbkreisbogen abcde, so sehen wir, daß die Theile ab und ed, wiewohl sie an und für sich feststehen können, durch die flacheren Theile bc und dc einen Seitenschub erleiden, der den Einsturz zur Folge haben kann, wenn die Hintermauerung nicht hoch genug hinaufgeführt ist.

Bei dem Einsturze von Halbkreisgewölben hat sich allemal dieselbe Erscheinung gezeigt. Es öffnet sich nämlich ein solches Gewölbe bei den Punkten ace nach innen, und bei den Punkten b und d nach außen, die beiden Fugen nennt man die Brechungsfugen. Dieselben

liegen ungefähr 50° vom Scheitel des Halbkreises entfernt und bis dahin muß die Hintermauerung mindestens gehen. Jedoch braucht dieselbe nicht wagerecht abgeglichen zu werden, sondern man kann etwas tiefer bleiben und von da aus nach der Tangente abgleichen, die den Halbkreis etwa 30° vom Scheitel berührt. Vergl. Fig. 264.

Je mehr man durch Wahl der Bogenlinie im Stande ist, die Brechungsfuge nach dem Scheitel hinzuschieben, oder, was dasselbe ist, je steiler oder spitzer der Bogen wird, um so geringer wird sein Seitenschub.

In Fig. 267 sehen wir eine schwache Ueberhöhung des Halbkreises, welche nur von o o bis p reicht, und wozu die Mittelpunkte in N und N liegen. Eine solche geringe Ueberhöhung nennt der Maurer das Stechen des Gewölbes. In Fig. 268 ist diese Stechung schon bedeutender, und durch sie hat sich der Halbkreis bereits in einem wirklichen Spitzbogen verwandelt, dessen beide Mittelpunkte N N um etwas aus dem Mittelpunkte des Kreises gerückt sind und der in p

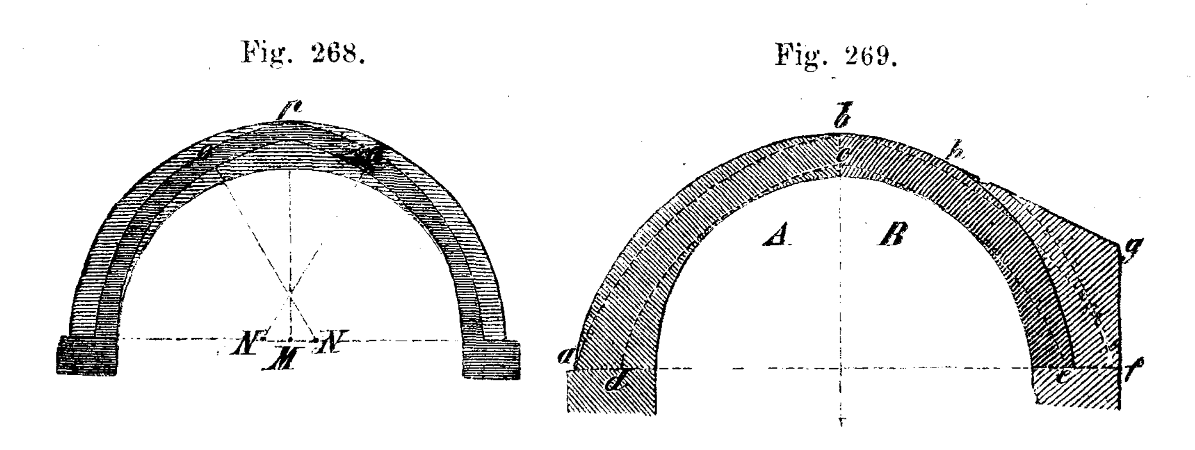


Fig. 268. Fig. 269.

seinen Scheitel hat. Durch diese Stechung des Halbkreisbogens ist man wegen der größern Haltbarkeit des Bogens zugleich im Stande, das Gewölbe selbst schwächer zu machen, als wenn es nach einem Halbkreise construirt gewesen wäre. Zugleich schmiegt sich der Spitzbogen, wenn er nicht zu stumpf ist, der Kettenlinie am meisten an und da diese hinsichtlich der Festigkeit und wegen des geringen Seitenschubes auf die Widerlager eine sehr vortheilhafte Form hat, so ist der Spitzbogen, da er ähnliche Vortheile bietet, zu großen Gewölben, wo man hinreichende Höhe hat, besonders geeignet. Bei großen Kirchen mit Kuppeln, wie z. B. bei dem Pantheon zu Paris (Kirche der heil. Genovefa) ist die Zwischenkuppel, welche die innere umgiebt, nach einer Kettenlinie gebildet, wodurch der Seiten-

schub möglichst gering und zugleich dem Seitenschub der inneren Kuppel entgegengewirkt wurde.

Man giebt deshalb auch jedem Halbkreisgewölbe eine solche Stärke, daß die Construction einer Kettenlinie oder eines Kettenbogens Fig. 269 von hinreichender Stärke möglich wird, ohne daß die Kettenlinie irgend wo in die lichte Oeffnung des Gewölbes tritt. Bei gleich starken Bogen tritt die äußere Linie des Kettenbogens bisweilen in die Hintermauerung, welche deshalb hinreichend hoch sein muß, weil sonst die Stabilität des Gewölbes gefährdet ist.

Wir haben gesehen, daß ein Gewölbe um so mehr schiebt, je flacher es ist und daß der flache Theil eines Gewölbes weniger Standfähigkeit hat, als der steilere. Der obere Theil eines Halbkreisgewölbes wird um so flacher, je mehr er sich dem Scheitelpunkte nähert.

Hieraus entsteht für die Ausführung, bei großer lichter Weite des Halbkreises, der Nachtheil, daß z. B. in einem Halbkugelgewölbe der obere Theil so flach zu liegen kommt, daß er beinahe eine wagerechte Linie macht, wodurch dieser oberste Theil eines solchen Gewölbes so wenig Standfähigkeit erhält, daß er einstürzen kann. Deshalb hat man bei vielen großen Kuppeln von Kirchen die Kuppelgewölbe, welche einen Halbkreis bilden, oberhalb nicht geschlossen, sondern offen gelassen. Bei dem römischen Pantheon, welches ein Halbkugelgewölbe von 43^{m} Durchmesser ist, besteht diese obere Oeffnung aus einem Kreise von ca. 9^{m} Durchmesser, also beinahe $1/5$ des ganzen Gewölbedurchmessers. Hierdurch erlangte man nicht nur eine bedeutend größere Leichtigkeit für die Masse des Gewölbes, da ein bedeutender Theil desselben ganz fehlt, sondern man verringerte auch zugleich den Seitenschub, und hätte folglich auch die Widerlager schwächer machen können, als bei der gänzlichen Zuwölbung nöthig gewesen wäre, und überdies vermied man den gefährlichsten Theil der Construction gänzlich.

Zunächst des Halbkreises steht das flache Kreisstück für die Ausübung am bequemsten da, man nennt es auch den Stichbogen, und ein Gewölbe im Stichbogen nennt man ein Kappengewölbe, auch wohl preußisches Kappengewölbe zum Unterschied von dem böhmischen und dem Kreuzkappengewölbe.

Der Spitzbogen kommt mehr bei Kirchenbauten vor, da er verhältnißmäßig größere Höhen in Anspruch nimmt als die erstgenannten Linien.

Der sogenannte gedrückte Bogen, wozu die Ellipse und der Korbbogen gehören, werden gewöhnlich nur zu Gurtbogen von Gewölben und zu Brückenbogen benutzt, aber fast nie zu ganzen Wölbungen der Räume und auch nicht im Aeußern der Gebäude verwendet.

Die Kettenlinie, obgleich sie die festeste von allen ist, wird in der Ausübung fast nie gebraucht, da ihre Anwendung dem Steinschnitt und der Arbeit selbst große Weitläufigkeiten und Schwierigkeiten entgegensetzt.

Die übrigen krummen Linien, wie die Parabel, Hyperbel, die Cykloide ꝛc. werden hier weiter nicht erwähnt, da man statt ihrer bequemer die gedrückte oder erhöhte Ellipse, die Bogen aus Kreisstücken oder den Spitzbogen gebraucht.

Es ist ein wesentlicher Vortheil für die Ausführung, wenn man ein solches Bogensystem wählt, wo die einzelnen Steine (besonders bei Hau- oder Schnittsteinen) möglichst allerlei Gestalt annehmen können, weil die Arbeiter dadurch eine außerordentliche Vereinfachung ihres Geschäfts haben. Diesen Vortheil bieten alle Kreislinien, folglich der Halbkreis, der Stichbogen. Weniger die Ellipse und alle aus vielen Punkten construirte Bogen.

Bei Gewölben von gebrannten Mauersteinen mit Mörtel, wo ursprünglich alle Steine gleich sind und gewöhnlich erst durch das Hauen die erforderliche Gestalt zur Bildung des Fugenschnittes erhalten, ist zwar der Einfluß nicht so groß, allein bei der Ausführung immer noch so merklich, daß man lieber kreisförmige Linien wählt, als andere. Man hat früher eigens geformte Gewölbesteine gebrannt, welche keilförmig gestaltet waren (ohngefähr wie man noch jetzt die Brunnensteine formt, welche für gewissen Durchmesser passen); allein wegen der großen Verschiedenheit der Bogenweite und Gewölbe ist es bequemer die gebrannten Mauersteine zu h a u e n, und nur dann ist es vortheilhaft, eigens geformte Wölbsteine brennen zu lassen, wenn viele Bogen zu fertigen sind, die denselben Radius haben.

Die Gurtbogen bei einer Unterkellerung oder eines gewölbten Stockwerkes werden wegen besseren Zusammenhanges des Mauerwerkes gleich mit den übrigen Mauern aufgeführt und überwölbt. Das Widerlager für die Kappen wird beim Wölben der Gurtbogen gleich eingehauen resp. ausgespart, die Kappen selbst muß man jedoch erst dann einwölben, wenn das Dach wenigstens eingehängt ist, damit die Gewölbe nicht durchweichen, sich senken, drücken oder einstürzen. Der Einsturz selbst eines kleines Gewölbes giebt wenigsstens Andern

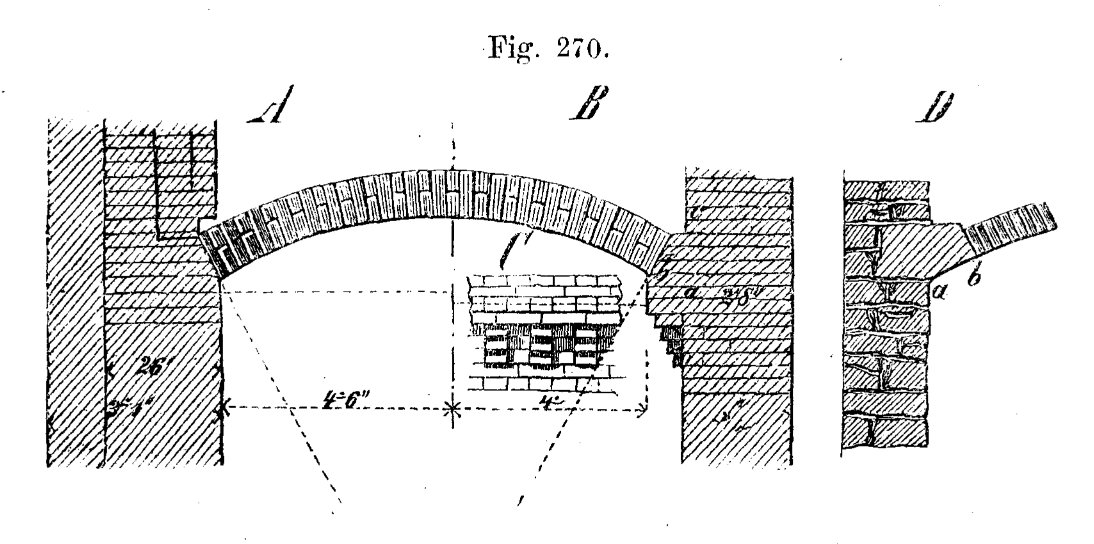
Gelegenheit zu übler Nachrede und zur Schadenfreude; sind aber Menschen dabei verunglückt, dann treten die Strafen des Gewissens und des Gesetzes hinzu. Wölbt man daher einzelne Keller- oder Corridorgewölbe zu, ehe das Dach angehängt ist, so darf man das Lehrgerüst nicht zu früh wegnehmen, außerdem aber muß man in der Widerlagsmauer hin und wieder ein kleines Loch lassen und sorgen, daß das Regenwasser von der Hintermauerung sich nach diesen kleinen Kanälen zieht und abfließt, weil sonst das Gewölbe und die Widerlagsmauern ersäuft werden und einstürzen können.

§. 44. Wesentliche Verstärkung der Widerlager durch Ueberkragung (vorgemauerte Widerlager).

Wir haben bereits früher erläutert, daß man einen Raum durch Ueberkragen der Steine überdecken kann und daß dabei die Mauern keinen Seitenschub erleiden, welcher sie nach außen drängen könnte, und es wird sonach einleuchten, daß, wenn man wenigstens den unteren Theil des Gewölbes durch Ueberkragen der Steine herstellt, man den Seitenschub dieses Theils vermeidet, gleichzeitig aber (was für flache, wie für steilere Gewölbe gleich wichtig ist) die Spannweite vermindert und die Widerlager ohne große Mehrarbeiten und Kosten bedeutend verstärkt.

Fig. 270 A B stellt einen flachen Bogen dar, für den das Widerlager der linken Seite ohne, das der rechten Seite mit Ueberkragung angenommen ist. Wäre die Spannweite des Bogens 3m, so würde

Fig. 270.



das freistehende Widerlager der linken Seite, abgesehen von der Höhe der Mauer, mindestens 1m stark zu machen sein, wenn nicht hohe obere Mauern dem Seitenschub entgegenwirken und wenn man sich

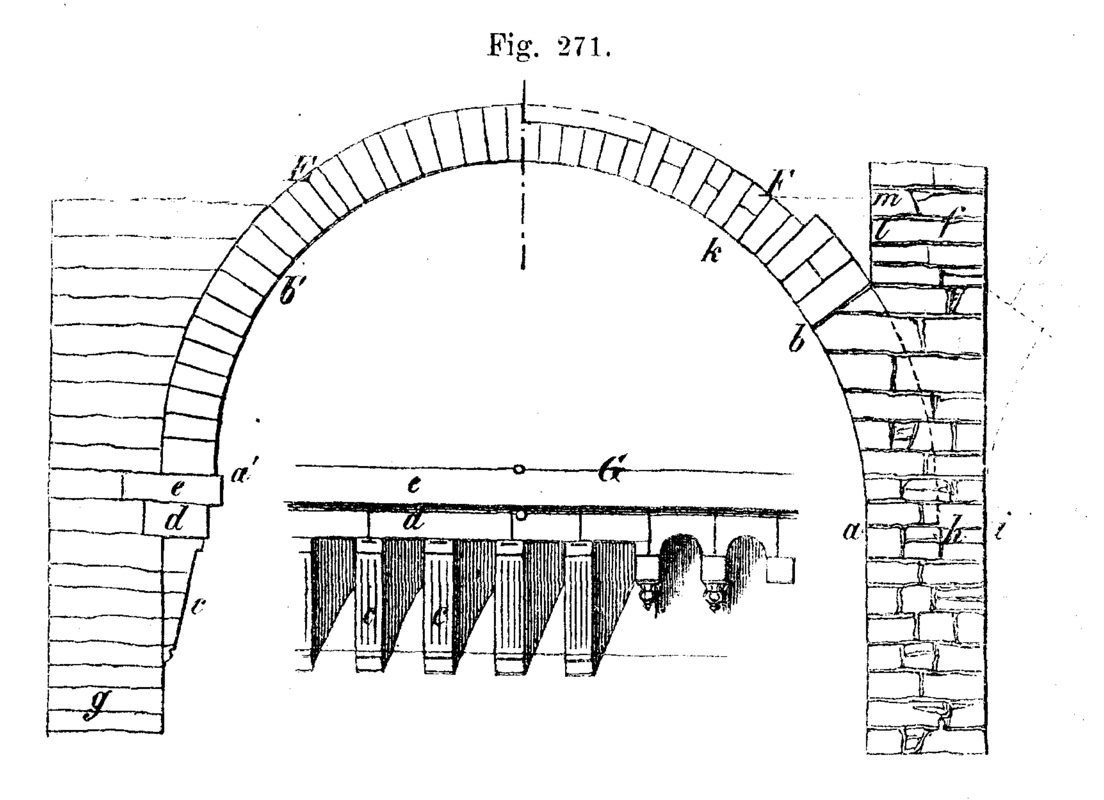
auf die Anbringung von Zugankern nicht verlassen will. Bildet man hingegen die ersten Schichten durch eine 16 zm starke Ueberkragung, so wird die Spannweite des eigentlichen Bogens um 2 mal 16 zm oder um 32 zm verringert, also statt 3 m nur 2,68 m, dabei aber wird das Widerlager um 16 zm verstärkt oder wenn man kein stärkeres Widerlager braucht, so kann man in diesem Fall den unteren Theil der Widerlagsmauern schwächer machen. Ein solches Auskragen, wodurch das Widerlager verstärkt, namentlich der Schwerpunkt desselben nach der Innenseite des Bogens verlegt wird, gleichzeitig aber der Bogen kürzer, also die Kraft, welche auf Auseinanderschieben oder Umwerfen des Widerlagers wirkt, vermindert wird, ist ganz besonders zu empfehlen 1) wenn der Bogen von oben stark belastet, also der Seitenschub vermehrt wird, ohne daß man Ablastebögen zweckmäßig anwenden kann; 2) wenn die Widerlager verhältnißmäßig schwach sind, und 3) wenn man ohne besondere Mühe und Kosten die Construction möglichst solide und gut ausführen will.

Das Ueberkragen oder Vormauern der Widerlager geschieht entweder nach der Bogenlinie, oder, was sich bei Ziegelmauern auch bequem macht, etwa in der Fig. 270 B angegebenen Weise. Fig. 270 C verdeutlicht die Ansicht.

Wenn man größere Steine oder selbst rauhe Werksteine billig haben kann, so geschieht dies Vorkragen der Widerlager nach Fig. 270 D.

Fig. 271 zeigt eine ähnliche Anordnung für ein Tonnengewölbe

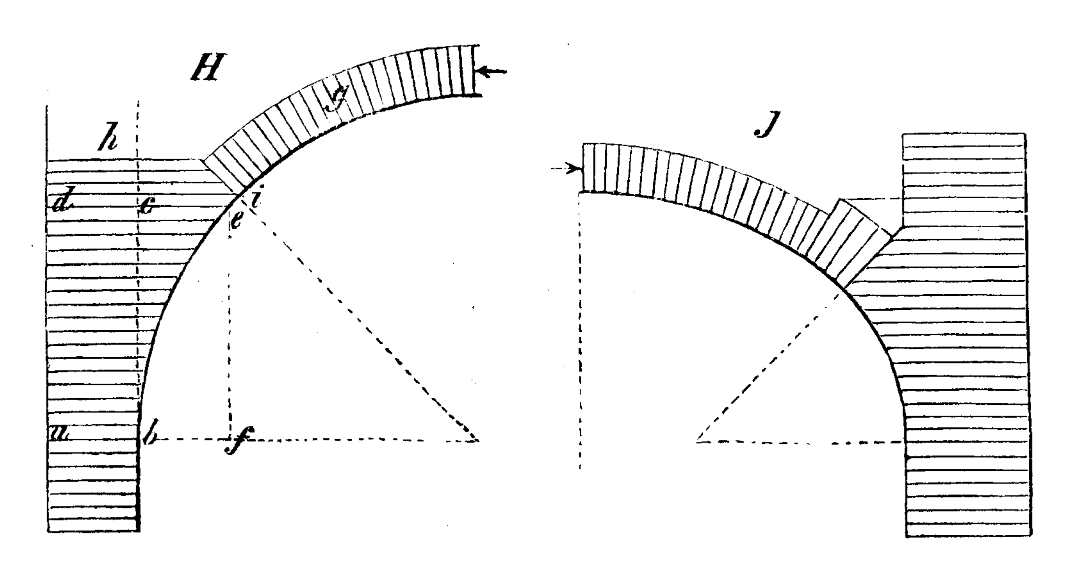
Fig. 271.



(bei einer Durchfahrt) am Giebel des Hauses oder für einen Thürbogen dazu.

Bei E ist das Widerlager dadurch verstärkt, daß man Consolen oder Kragsteine cc vorlegt, dieselben mit Steinen d und e überdeckt und auf diesen den Bogen oder das Gewölbe anlegt, ohne die schwache Widerlagsmauer g noch mehr zu schwächen; gleichzeitig ist dadurch die Spannweite des Bogens um die Größe der Vorkragung verringert. Es wird durch dies Ueberkragungsverfahren der Schwerpunkt des Widerlagers möglichst von der Außenfläche abgerückt, was für die Stabilität von großer Wichtigkeit ist. Fig. 271 G stellt einen Theil

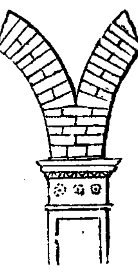
Fig. 272. Fig. 273.



der Auskragung in dieser Ansicht dar, und zwar links mit gerader Ueberdeckung der Consolen, rechts mit bogenförmiger.

Eine andere Art das Widerlager für den Halbkreisbogen zu verstärken, ist bereits früher besprochen und wird durch Fig. 271 F und Fig. 274 erläutert. Die ersten Schichten sind in Fig. 271 F nach der Bogenlinie so weit horizontal vorgemauert, daß die obere Mauer b nicht mehr auf das Gewölbe trifft, wodurch das Widerlager bei b hinreichend verstärkt ist, um dem Seitenschub widerstehen zu können, wenn selbst statt der Mauer f blos eine Hintermauerung vorhanden wäre.

Fig. 274.



Das Gewölbe Fig. 271 F ist nach dem Widerlager hin stärker oder nach dem Scheitel hin schwächer, und ist dies Verfahren sowohl für Bruchsteine, wie für Ziegelgewölbe oft ausgeführt und, wie §. 43 erwähnt, sehr zweckmäßig.

Hätte man, Fig. 271 F das Widerlager nicht verstärkt, sondern das Gewölbe bei a h begonnen, so würde die Widerlagsmauer ausweichen und das Gewölbe einstürzen können. Dieser Fall wird auch dann noch eintreten, wenn die Mauer f zur Verstärkung des Widerlagers zwar sehr hoch ist, aber der Halbkreisbogen ebenfalls durch eine eben so hohe Mauer belastet ist. Hierzu kann aber noch ein ganz anderer Umstand treten; da nämlich die Mauer f auf dem kleinen Fuß h i ruht, so kann dieser durch die Last des darüber befindlichen (Thurm-) Mauerwerks zermalmt und somit der Einsturz herbeigeführt werden. Man vergleiche den Nachtrag zu dem Gutachten über den Einsturz eines Thurmes in der Zeitschrift für Bauhandwerker, Jahrg. 1859.

Ebenso wie für den Halbkreisbogen erfolgt das Auskragen für den gedrückten oder Korbbogen, sofern die Widerlagsmauer nicht hinreichend stark ist, also auch nicht durch Pfeilervorlagen verstärkt wird. Vergl. Fig. 273 J.

Was die Größe der Auskragung betrifft, wenn die unteren Widerlagsmauern fast gar keinen Seitenschub erfahren sollen, so wollen wir diese, um schwierigere Rechnungen zu vermeiden, nur anschaulich und annähernd zu bestimmen suchen. Wir haben bereits einige Fälle kennen gelernt, wie man ganze Räume durch Ueberkragen größerer Steine überdecken kann, und haben gesehen, daß der überkragte Stein herunterfällt, wenn er so weit überkragt, daß sein Schwerpunkt nicht mehr unterstützt ist. Rückt man den Stein etwas zurück, so fällt er nicht mehr nach innen, hat aber doch ein größeres Bestreben dazu, als nach außen zu fallen, und ist er mit der Mauer fest verbunden, so zieht er die Mauer etwas nach innen, und dasselbe thut jeder andere überkragte Stein. Jeder Wölbstein hingegen, dessen Tangente an den Fugenschnitt sich mehr der Wagerechten nähert, strebt die Widerlagsmauer nach außen zu drängen und man sieht, daß es auf diese Weise durch Verbindung der Vorkragung mit einem Gewölbe möglich ist, vollständiges Gleichgewicht herzustellen, so daß das untere Mauerwerk gar nicht beeinflußt wird, weder um nach innen zu fallen, noch um nach außen gedrängt zu werden. Um diesen Fall beurtheilen zu können, denken wir Fig. 272 H das Gewölbe zunächst weg und die Mauer nach der Bogenlinie b e so weit überkragt, daß c e = d c ist, so steht die Mauer a b c d noch vollständig fest, denn sie würde erst dann um den Punkt b sich drehen und nach innen fallen können, wenn der hohle Raum b e f ebenfalls vorgekragtes Mauerwerk wäre. Man sieht also, daß man die Mauer noch weiter hinauf als e überkragen

kann, wenn auch keine Aufmauerung h und kein Gewölbe g vorhanden ist. Ist aber ein solches vorhanden, dann kann man die Auskragung noch weiter fortsetzen und wird zuweilen dahin kommen können, daß das vorgekragte Stück **ci** gleich der Widerlagsstärke des Gewölbes wird, und daß also die eigentliche Widerlagsmauer **abcd** gar keinen Schub mehr von dem Gewölbe erfährt, sondern blos senkrechten Druck. Es ist dann das Bestreben des Widerlagers, nach innen zu fallen, gleich dem noch übrig bleibenden Gewölbeschub, folglich Gleichgewicht.

Man wird erkennen, daß man mit Hülfe dieser Ueberkragung zum Beispiel auch im Stande ist, gewölbte Kirchen bei verhältnißmäßig zu schwachen Widerlagsmauern herzustellen und ebenso würde das wieder öfter vorgekommene Einstürzen von Widerlagsmauern mit ihren Gewölben und die damit verbundenen Verluste an Menschenleben, gutem Ruf und Geld mit Hülfe einer zweckmäßig angeordneten Verstärkung der Widerlager durch Ueberkragung vermieden worden sein. Wenn man einmal sparen will, dann muß man wenigstens Ueberlegung gebrauchen und der Construction zu Hülfe kommen, und dazu werden vorgekragte oder horizontal vorgemauerte Widerlager für Halbkreis- und flachere Gewölbe, sowie für Gurtbögen gute Dienste leisten. Daß man außerdem den Seitenschub eines Gewölbes durch Anwendung guten Cementes, leichter Wölbsteine, eiserner Anker u. s. w. außerordentlich vermindern kann, wird hier noch nebenbei bemerkt.

§. 45. Von den Gerüsten und Bogenstellungen der Gewölbe im Allgemeinen.

Das Besondere hiervon wird bei den am meisten üblichen Gewölben weiter unten abgehandelt werden.

Wenn man einen gewölbten Bogen (Gurtbogen) anfertigen will, so muß man zuvörderst ein hölzernes Untergerüst (Lehrgerüst) aufstellen, welches die einzelnen Gewölbsteine so lange unterstützt, bis der Schlußstein des Gewölbes eingelegt ist; denn bevor dieser nicht liegt, haben die einzelnen Gewölbsteine unter sich keine Spannung und keine Festigkeit, auch würden sie ohne Vorhandensein des Lehrgerüstes herabstürzen.

Zu jedem Lehrgerüst bedarf man mindestens zweier Lehrbogen, welche auf ihrer oberen Fläche (je nach der Stärke des aufzulegenden Gurtes) querüber mit Brettstückchen, Lattenstücken oder Halbholzstücken belegt werden, um die aufzuhebenden Gewölbe zu unterstützen.

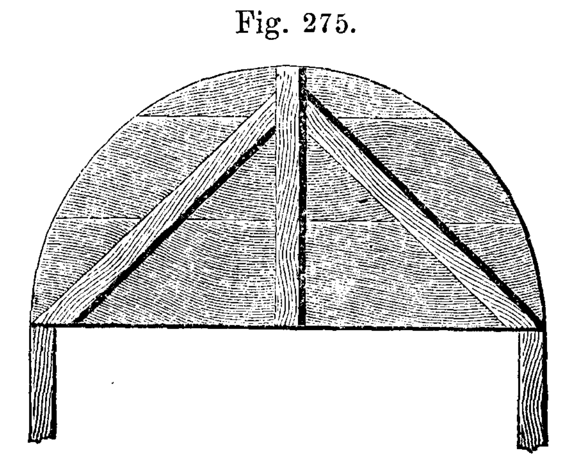
Eine Hauptbedingung der Lehrbogen ist, daß sie vollkommen fest

und senkrecht stehen, daß sie selbst immer hinlänglich stark gefertigt werden, um der darauf ruhenden Last des Bogens genügenden Widerstand zu leisten, und daß sie auch vor Schwankungen nach den Seiten hin gesichert werden, welches letztere man durch quer angenagelte Hölzer und aufgeheftete Bretter oder Latten (besonders oberhalb) bewirkt. Die Anfertigung von dergleichen Lehrbogen ist je nach der Stärke und Größe des Gewölbes verschieden.

Soweit der Maurer die Bogen fertigt, bestehen sie aus Brettern. In den gewöhnlichsten Fällen genügt für kleine leichte Bogen ein einfaches Schalbrett, welches nach der Bogenlinie geschnitten wird.

Bei höheren Bogen legt man mehrere kurze Brettstücke horizontal an einander, bis sie die erforderliche Höhe geben, nagelt zu Festhaltung quer über die Brettstücke Latten und schneidet oberhalb die erforderliche Bogenlinie aus. Besser ist es jedoch, zwei schräge Leisten gegen eine lothrechte zu stoßen und fest zu nageln, wie in Fig. 275.

Fig. 275.



Wachsen die Entfernungen und werden die Gewölbebogen schwerer, so reicht eine einzelne Brettstärke nicht aus, man muß alsdann die Lehrbogen aus doppelt oder dreifach neben einander genagelten Brettstücken anfertigen und sie auch von unten her gehörig durch senkrechte Stützen gegen das Einbiegen oder Zerbrechen schützen. Ein Zerbrechen solcher Gerüste würde begreiflicher Weise den augenblicklichen Einsturz eines noch unvollendeten Gewölbes nach sich ziehen.

Werden die Bogenöffnungen noch größer und die Gewölbelast schwerer, wie es bei großen Brückenbogen der Fall ist, so müssen Lehrbogen vom Zimmermanne sehr fest construirt aufgestellt werden. Es müssen hierbei zwei Fälle unterschieden werden, nämlich ob man im Stande ist den Lehrbogen von unten her zu unterstützen, oder ob derselbe sich ganz frei, ohne Unterstützung von unten her, tragen soll.

Kann man den Lehrbogen, wie in Fig. 276, von unten her unterstützen, so ist es jedenfalls sicherer. Es werden dann Pfähle in den Grund geschlagen, über welche man einen Rähm legt. Damit die Rähme nicht nach der Seite ausweichen, legt man quer darüber Zangen und zwar auf jeden Pfahl eine; über diese Zangen kommen

die Schwellen der Bogenconstruction, worauf alle die Stützen, welche den Bogen von unten her halten, über diese kommen Verbindungshölzer noch der Länge des Bogens. Auf diese kommen wieder Querzangen, dann die eigentliche Bogenform aus Holzstücken gebildet, und quer über dieser liegt ein, aus schmalen oder starken Bohlen gebildeter Belag, welcher nur lose aufgelegt wird und bestimmt ist, die Gewölbesteine zu tragen. Ist der Bogen vollendet, so wird das ganze Gerüst abgenommen. Wie viel solcher Bogen hinter einander gestellt werden müssen, hängt lediglich von der Breite und Schwere des Gewölbes ab.

Fig 277.

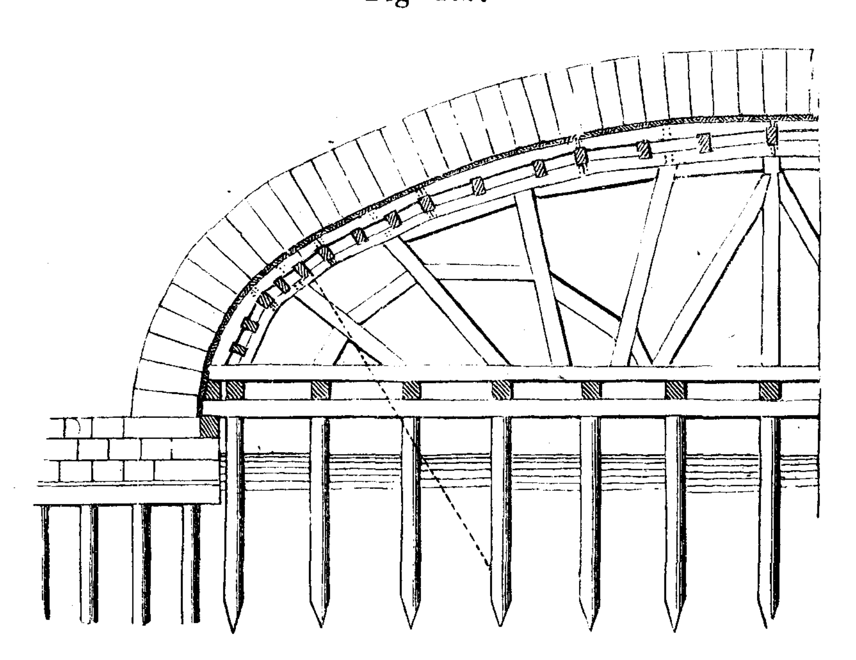
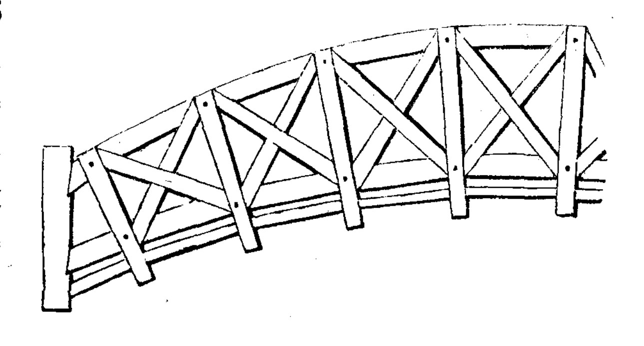


Fig. 278.



Kann man den Lehrbogen von unten her, wie in Fig. 278 nicht unterstützen, so muß ein sehr festes, an die Stirnmauern sich anlehnendes Häng- und Sprengwerk construirt werden, auf welchem der Belag zur Unterstützung des Gewölbes liegt. Da die Anfertigung solcher Bogen nicht dem Maurer zukommt, so haben wir sie nur hier erwähnt und durch Figuren verdeutlicht.

Jedes Gewölbe drückt auf das darunter befindliche Lehrgerüst; um nun dieses nach Beendigung des Gewölbes leicht entfernen zu können,

ist es unumgänglich nöthig, daß die Lehrbogen entweder auf Keile gestellt werden, damit durch das allmählige Lüften dieser Keile das Lehrgerüst sich langsam senkt und nun leichter entfernt werden kann, oder daß man andere zweckmäßige Maaßregeln, wie Sandkästen, Schrauben 2c. hierzu anwendet. Thut man dies nicht, so legt sich das Gewölbe so fest auf das Lehrgerüst, daß man dieses nur entfernen kann, wenn man es gewaltsam herausschlägt. Hierdurch kann aber eine solche Erschütternng des Gewölbes erfolgen, daß es augenblicklich einstürzt, welcher Fall leider sehr oft vorgekommen ist und schon viele Menschenleben gekostet hat.

Da ferner jedes Gewölbe sich zusammen drückt oder setzt, sobald man das Lehrgerüst entfernt, so hat die Stellung der Lehrbogen auf Keile und das langsame Lüften derselben noch den Vortheil, daß dieses Setzen des Gewölbes langsam vor sich gehen kann. Das Lehrgerüst trägt, wenn die Keile gelöst werden, das sich nachsenkende Gewölbe, und man ist, selbst wenn das Gewölbe schlecht gemauert wäre, vor jedem plötzlichen Einsturz gesichert. Die untergelegten Keile müssen etwas stärker sein, als das Setzen des Gewölbes (bei guter Arbeit) beträgt, damit nach der vollständigen Entfernung der Keile das Lehrgerüst von der Gewölbelast frei wird. Da nun große Wölbungen sich verhältnißmäßig mehr setzen als kleinere, so ist es bei jenen um so mehr nöthig, die Lehrbogen gut zu unterkeilen.

Bei den Gewölben werden die ganzen Flächen von den Lehrbogen aus unterschalt, und auf diese Unterschalung die Gewölbesteine gelegt. Es giebt aber auch einige Arten von Gewölben, wo nur einige Lehrbogen allein deshalb aufgestellt werden, um die erforderliche Krümmung des Gewölbes bei der Arbeit zu bezeichnen, und damit die Arbeiter diese Krümmung nicht verlieren. In diesem Falle wird die ganze Fläche des Gewölbes nicht unterschalt, welches eine große Ersparung an Zeit, Arbeit, Holz und folglich an Kosten gewährt.

Diese Gewölbe sind die Kuppel, das spitzbogige Kreuzgewölbe, das böhmische Gewölbe und die Kuppel im viereckigen Raume. Alle Gußgewölbe dagegen bedürfen einer vollständigen Unterschalung. (Siehe auch weiter unten §. 57.)

§. 46. Das Tonnen- oder Kufengewölbe.

Es hat gewöhnlich die Gestalt eines nach der Länge halb durchgeschnittenen Cylinders und sein Gewölbebogen ist demnach der Halbkreis; denkt man sich einen Gurtbogen von beliebiger Bogenform seiner

Länge nach fortgesetzt, so entsteht ebenfalls ein Tonnengewölbe, und dasselbe kann demnach auch elliptisch, spitzbogig ꝛc. sein.

Früher bediente man sich zu Unterkellerungen der Gebäude noch sehr häufig des Tonnengewölbes; in neuer Zeit verwendet man sie (außer wenn man mit Bruchsteinen wölbt) immer weniger, weil sie, als Halbkreis geformt, mindestens die halbe Breite eines Raumes zur Höhe verlangen, wodurch in der Regel hohe Kellergeschosse entstehen, welche man der großen Kosten wegen gern vermeidet.

Außerdem sind sie für die wirthschaftliche Benutzung nicht bequem, denn wenn auch in der Mitte eine hinlängliche Höhe vorhanden ist, um bequem gehen und stehen zu können, so fehlt sie doch an den Seiten, wo die Bogenlinie bis an die Erde herunterreicht, so daß man Schränke, Fässer ꝛc. nur mit Raumverlust unterbringen kann.

Das Einwölben der Fensterkappen ist umständlich. Die Tonnengewölbe sind aber dagegen sehr dauerhaft, fest und feuersicher, da sie selbst von herabstürzenden Gebälken nicht zerschlagen werden; deshalb eignen sie sich zur Wölbung solcher Räume, worin man werthvolle Gegenstände aufbewahren will. Wir werden aber noch andere Gewölbearten kennen lernen, welche sich zu diesen Zwecken fast eben so eignen wie die Tonnengewölbe, und dabei eine für die Raumbenutzung bequemere Gestalt haben.

Fig. 279 zeigt den halben Grundriß eines Tonnengewölbes.

Fig. 279.

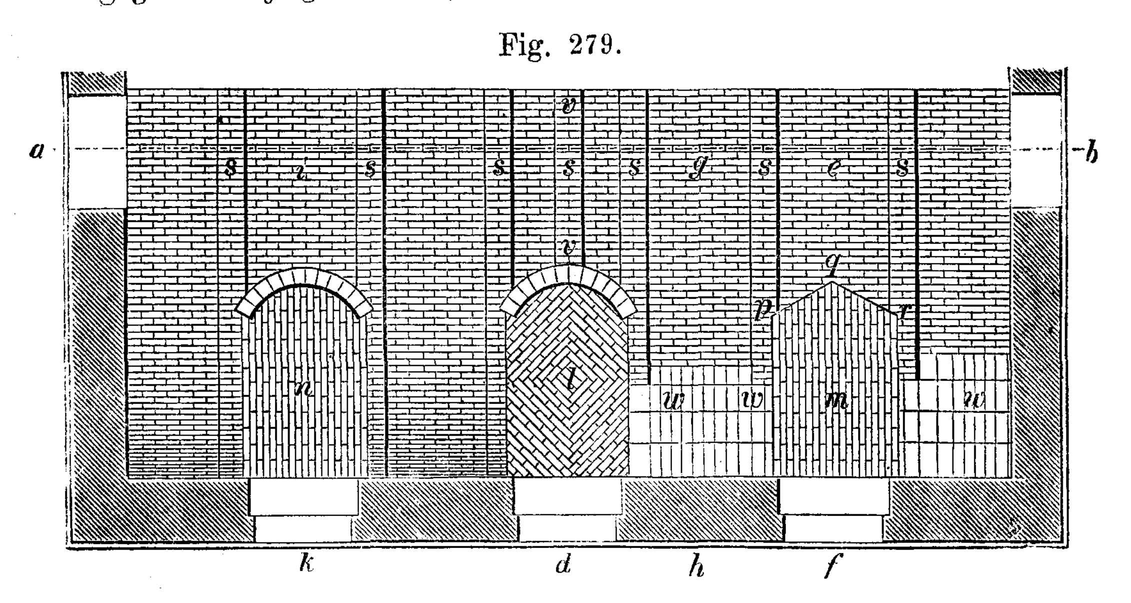


Fig. 280 zeigt den Längendurchschnitt durch den Scheitel des Gewölbes. Fig. 282 zeigt einen Querdurchschnitt nach der Linie cd des Grundrisses.

Da, wo Thüren und Fensteröffnungen durch das Gewölbe gehen,

müssen kleine Wölbungen, die man Stichkappen nennt, angelegt werden; dieselben kann man auf verschiedene Art einwölben. In Fig. 279 ist bei 1 eine solche Stichkappe gezeigt, wie sie, nach der Maurer-

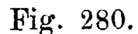


Fig. 280.

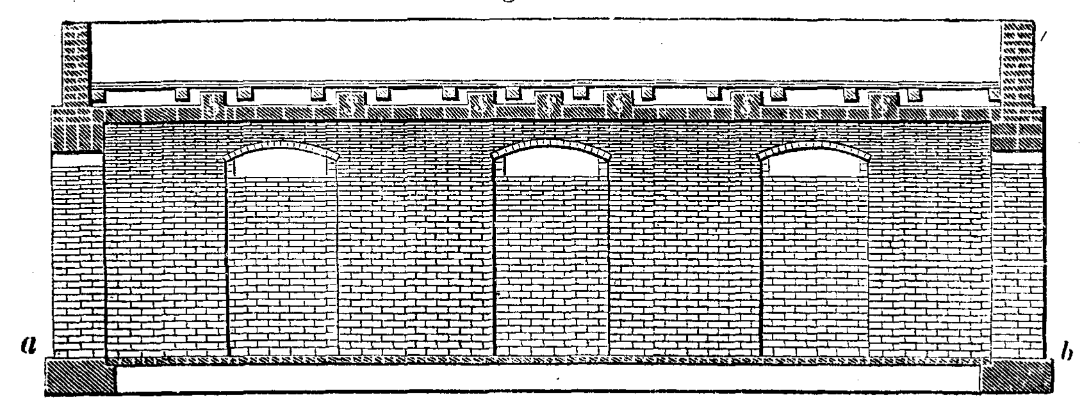
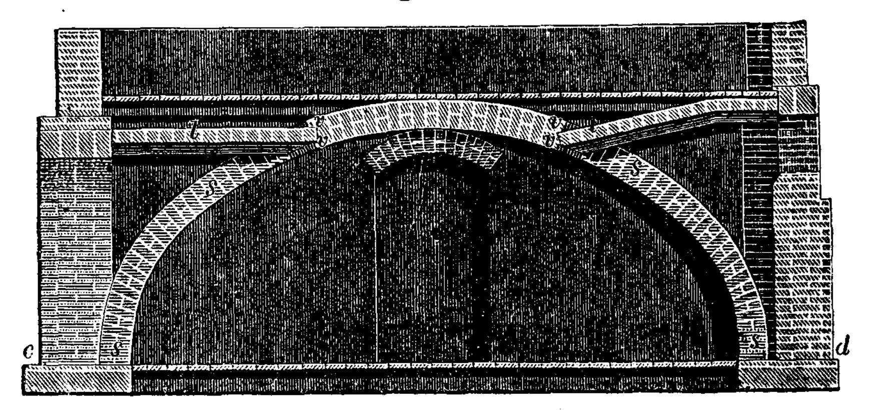


Fig. 280 a.



sprache, auf den Schwalbenschwanz eingewölbt, an den Zwischengurt sich anschließt. In Fig. 280a ist eine solche Anordnung im Durchschnitt gezeigt, und zwar links für eine Thür, rechts für eine Fensterstichkappe. In Fig. 281 ist eine solche Stichkappe in größerem Maaßstabe gezeichnet.

Fig. 281.

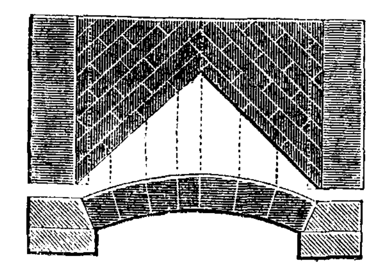
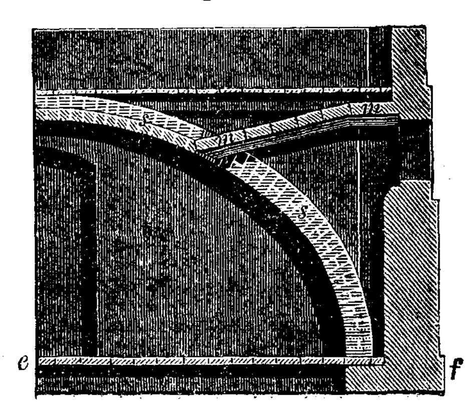


Fig. 282.



Eine solche Stichkappe kann aber auch, wie in Fig. 279 bei n im Grundriß und Fig. 283 im Durchschnitt gezeigt ist, gegen den Kranz gerade eingewölbt werden. Gewöhnlich aber wird dieselbe nur so wie im Grundriß Fig. 280 bei m und im Durchschnitt Fig. 283 zu ersehen ist, ohne Kranz in das Hauptgewölbe eingesetzt. Diese Art Stichkappen nennt man Ohren, und die Linien pq qr Fig. 279, wo sie mit dem Gewölbe zusammenstoßen, heißen die Grate.

Das hier dargestellte Tonnengewölbe ist nur $1/2$ Stein stark angenommen, weil es als gewöhnliches Kellergewölbe keine bedeutende Last zu tragen hat; daher sind die Verstärkungsgurte, welche in Fig. 279 und 280 mit s bezeichnet sind, und circa $1^1/_4{}^m$ von einander entfernt liegen, einen Stein stark und eben so breit angenommen.

Erfordern die Umstände eine Verstärkung des Gewölbes, so werden in demselben Maaße auch die Gurtbogen stärker gemacht, so daß sie jederzeit wenigstens $1/2$ Stein stärker sind, als das Gewölbe selbst. Diese Verstärkungsgurte dürfen übrigens nur an der oberen Fläche vortreten, wohingegen an der untern (innern) Gewölbefläche nirgends ein Gurt zu sehen ist. Der im Grundriß Fig. 279 mit vv bezeichnete Gurt dient dazu, dem Kranze mehr Spannung zu geben, wird aber selten wirklich ausgeführt.

Fig. 283.

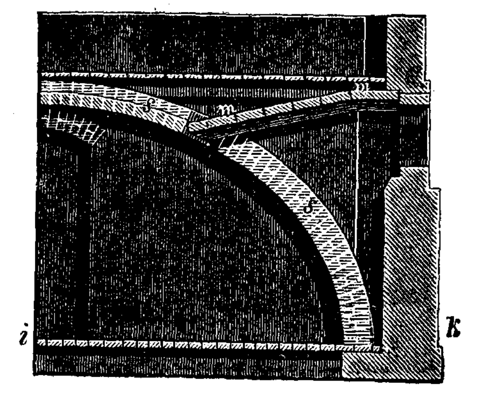
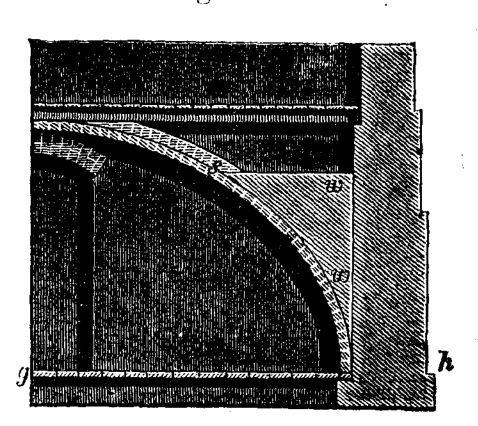


Fig. 284.



Endlich müssen die Gewölbeschenkel (wo das Gewölbe sich gegen die Mauern neigt), wenigstens $2/3$ der ganzen Höhe des Gewölbes nach, hintermauert werden, wie dies im Durchschnitte Fig. 284 ww angegeben ist.

Aus den in den Grundriß eingezeichneten Lagen der einzelnen Steinschichten ersieht man sogleich die anderweitige Anordnung des Gewölbes, sowohl bei dem Hauptgewölbe, als bei den Kappen und

Gurten. Bei ww im Grundriß sieht man auch die Lage der Steine für die Hintermauerungen.

Jedes Tonnengewölbe bedarf eines vollständigen Lehrgerüstes, und die einzelnen einzuwölbenden Stichkappen bekommen kleinere Lehrgerüste, welche auf das Hauptgerüst aufgesetzt werden.

Sind die einzuwölbenden Kappen wie bei n und l Fig. 279 durch Bogenkränze begrenzt, so werden sie erst nach Vollendung des Hauptgewölbes der Gurte und Kränze eingewölbt. Haben die Kappen aber wie bei m keinen Kranz als Schluß, so wölbt man sie gleich mit dem Hauptgewölbe zusammen ein.

Wo man Bruchsteine, Schiefer und namentlich Sandsteine billig hat, wendet man selbst unter Wohnräumen das Tonnengewölbe noch häufig an; man benutzt dann die mehr regelmäßigen Steine (sogenannte Wölbsteine), die 30^{zm} lang und breit und etwa 23^{zm} stark sind. Bei ungleich starken Steinen hilft man sich durch Sortiren derselben, so daß in die eine Schicht lauter stärkere und in die andere lauter schwächere Steine kommen und also möglichst parallele Lagerfugen erhalten werden; um dies zu erreichen, hilft man auch mit dem Maurerhammer, dem Schellhammer und auch mit der Zweispitze nach (vergl. die Steinhauerarbeiten). Immer aber muß das Abspitzen der Steine geschehen, bevor dieselben Mörtel erhalten haben. Steine, die sich keilförmig nur schwierig bearbeiten lassen würden, werden mit harten Steinschiefern so weit verzwickt, bis ihre obere Lagerfläche rechtwinklig zur Einschalung steht, also wie man sagt, weder zu stolz oder steil, noch weniger aber zu faul oder schwach ist. Der Querschnitt des Gewölbes ist gewöhnlich ein Halbkreis oder ein Kreisbogen, der höher ist als $1/3$ der Breite des zu wölbenden Raumes, wobei dann der Radius größer wird, als die halbe Tiefe; in seltneren Fällen ist der Querschnitt ein gedrückter oder Korbbogen.

In allen Fällen ist es zweckmäßig, die ersten Schichten durch Vorziehen oder Auskragen zu bilden, wie dies die Figuren 271 F und 273 J (vergl. §. 44) erläutert haben. Wenn man sich dabei den Bogen ab Fig. 271 F an einer Schildmauer vorschreibt, so ist man im Stande die Ueberkragung bis b auszuführen, ehe die Lehrbogen gestellt werden, was die Arbeit oft bequemer macht. Hierauf werden die Lehrbogen, wie früher angegeben, auf Keile gestellt, gehörig unterstützt, mit Latten oder Brettern eingeschalt und das Gewölbe, von beiden Widerlagern aus gleichmäßig fortschreitend, eingewölbt. Das Einwölben der Stichkappen im Anschluß an das Tonnengewölbe

erfolgt ganz ebenso, wie dies späterhin für das Kreuzgewölbe aus Bruchsteinen beschrieben wird. Haben die Wölbsteine ungleiche Höhe, dann nimmt man die höheren gern unten am Widerlager, und stößt auch bei stärkeren Gewölben zwei Steine zusammen, so daß Läufer- und Streckerschichten entstehen. Zur Schlußschicht und besonders zu den beiden daneben befindlichen Schichten nimmt man ganze Steine. Die Steine zur Schlußschicht werden trocken eingepaßt und so bearbeitet, daß sie ohne Mörtel einen ziemlichen Schluß geben. Hierauf wird stark angenäßt, dann Mörtel an die Lagerfugen der benachbarten Schichten und an den einzusetzenden Schlußstein gegeben und alsdann wird der Schlußstein eingetrieben. Geschieht dies mit einem schweren Hammer oder Stein, so legt man Holz unter, um den Schlußstein nicht zu zerschlagen; ebenso nimmt man dazu auch eine hölzerne Handramme. Es ist gut, wenn die Schlußsteine blos auf einer Latte statt auf einem Schalbrett ruhen, weil dann der viele von den Lagerfugen hinuntergedrängte Mörtel durchfällt, und so die Schlußschicht nicht zurückbleibt. Man schließt gewöhnlich von den Enden nach der Mitte zu. Der letzte oder eigentliche Schlußstein größerer Gewölbe wird von den Maurern gern mit besonderer Vorliebe behandelt und dem Bauherrn empfohlen (da Anfeuchtung dem Gewölbe vortheilhaft sei).

Nach dem Schließen wird das Gewölbe abgefegt, mit Wasser übergossen, die Unebenheiten etwas mit Steinzwickern und Mörtel abgeglichen, die Widerlager und Hintermauerung aufgeführt. Nachdem der Mörtel einigermaßen fest geworden, etwa nach Verlauf von drei Tagen, bisweilen aber erst nach acht Wochen (je nach der Stärke des Gewölbes, je nach der Witterung und anderen Umständen) lüftet man die Keile, und rüstet dann aus, wenn kein starkes Setzen erfolgt. Um das Senken großer Gewölbe, die keine Schildmauern haben (Brückengewölbe) zu erkennen, schreibt man vom Scheitel des Gewölbes (mit Hülfe der Waglatte und Setzwage) eine wagerechte Linie nach den Widerlagern an und sieht zu, wie viel der Scheitel heruntergekommen ist. Bei Kellergewölben erkennt man es daran, ob die gelüfteten Keile später wieder fester sitzen. Um die Lehrbogen entfernen zu können, ohne sie zu zerschlagen, ist man bisweilen genöthigt, eine Schildmauer bis nach der Ausrüstung des Gewölbes theilweise auszusparen und also die angrenzenden Mauertheile einstweilen mit Abtreppung aufzuführen.

§. 47. Das Kappengewölbe.

Dasselbe könnte man auch flaches Tonnengewölbe nennen. Zum Unterschiede vom Kreuzkappen- und dem böhmischen Kappengewölbe ist auch die Bezeichnung „preußisches Kappengewölbe" in Vorschlag gebracht worden.

Denkt man sich zwischen zwei parallel miteinander laufenden Mauern oder Gurten einen Raum eingeschlossen, welcher ein längliches Viereck bildet, und diesen Raum nach einem Kreis-Bogenstück überwölbt, so entsteht das Kappengewölbe. Die Bogenlinie desselben bildet einen sogenannten Stichbogen. Wir haben früher erwähnt, daß bei gleicher Spannweite ein flacher Bogen an sich weniger Festigkeit habe, als ein steilerer. Es folgt schon hieraus, daß ein Kappengewölbe, welches mit einem Tonnengewölbe gleiche Stärke hat, dem ungeachtet ungleich schwächer ist, als letzteres. Dies ist auch wirklich der Fall. Ein Kappengewölbe ist bei der gewöhnlichen Stärke von $^1/_2$ Stein selten feuersicher, es wird von herunterstürzendem Gebälk 2c. durchgeschlagen, und man irrt sich also sehr, wenn man in einem, mit gewöhnlichen Kappen geschlossenen Kellerraume einen absolut feuersichern Ort zu haben vermeint. Ebenso verträgt es keine starke Belastung, wo diese eintritt, muß man ihm mehr Pfeilhöhe geben und das Gewölbe ein Stein stark machen. Nichtsdestoweniger sind in der letzten Zeit die Kappengewölbe deshalb fast immer den festeren Tonnengewölben vorgezogen worden, weil die Kappen weniger Material erfordern und somit wohlfeiler sind und weil sie den innern Raum weniger beengen, da die Kellermauern senkrecht zur Benutzung bis zum größten Theile ihrer Höhe verbleiben. Fig. 287 stellt den Grundriß eines solchen Gewölbes mit zwei Kappen vor. Fig. 286 zeigt den Längendurchschnitt nach der Linie CD des Grundrisses. Fig. 290 die Hälfte des Längendurchschnittes nach der Linie EF des Grundrisses durch die Mitte der Kappe im doppelten Maßstabe. Fig. 288 den Querdurchschnitt nach der Linie AB des Grundrisses desgleichen.

Soll ein länglich viereckiger Raum mit einem Kappengewölbe bedeckt werden, so muß man gleichlaufende 2—3^m von einander abstehende Gurtbögen aufführen, welche bei einer Stärke von $1^1/_2$—2 Stein eine Höhe von $1^1/_2$—$2^1/_2$ Stein, auch noch mehr erhalten.

Die Gurtbögen dienen als Widerlager der quer dazwischen gewölbten Kappen, welche gewöhnlich $^1/_2$ Stein stark werden.

Es ist einleuchtend, daß diese Kappen um so fester werden, je

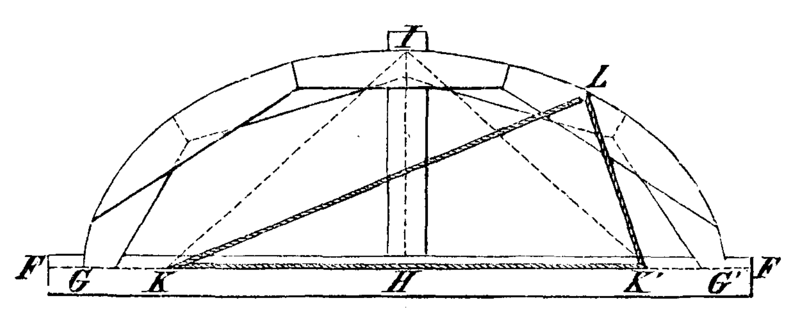
mehr sie Steigung haben (je höher der Bogen ist, den sie bilden), man nimmt aber zu dieser Steigung selten mehr als $1/_6$ der lichten Kappenbreite und nie weniger als $1/_{12}$ der lichten Kappenbreite, gewöhnlich aber $1/_8$ derselben zur Höhe der Kappe.

Sobald die Fundamentmauern bis zur Höhe des Kellerfußbodens aufgeführt und wagerecht abgeglichen sind, so werden zunächst die Kellerfenster DF Fig. 287, sowie die Kellerthüren darauf angegeben. Hierauf legt man die Kellermauern und die Gurtbogenpfeiler a a (Fig. 287) an, und dann werden die Kellerwände bis etwa 16^{zm} über die lichte Höhe der Gurtbogen aufgemauert.

Ist die Breite des Kellers unter 5^{m} und sind die Fundamente stark genug, einem bedeutenden Seitenschube zu widerstehen, so können die Gurtbogenpfeiler allenfalls wegbleiben. Dies wird z. B. der Fall sein können, wenn die Kellermauern mindestens so stark sind, als der vierte Theil der lichten Gurtbogenweite. Wenn aber auf eine solche Festigkeit bei den Fundamentmauern nicht zu rechnen ist, so müssen die Gurtbogenpfeiler nach Umständen einen halben, einen ganzen, bis anderthalb Stein vorspringen, bis der Vorsprung mit der Kellermauer zusammen mindestens so stark ist, als $1/_4$ der lichten Gurtbogenweite.

Hat man nun die Kellermauern bis 16^{zm} über die lichte Höhe des Gurtbogens aufgemauert, so müssen die Lehrbogen für die Gurte aufgestellt werden. Diese werden auf folgende Art angefertigt, angenommen, daß Gurtbogen von elliptischer Form hergestellt werden sollen. Man befestigt zwei Bretter GG und HI so mit einander, wie Fig. 285 zeigt, macht darauf die beiden Schnurschläge GG′ und HI

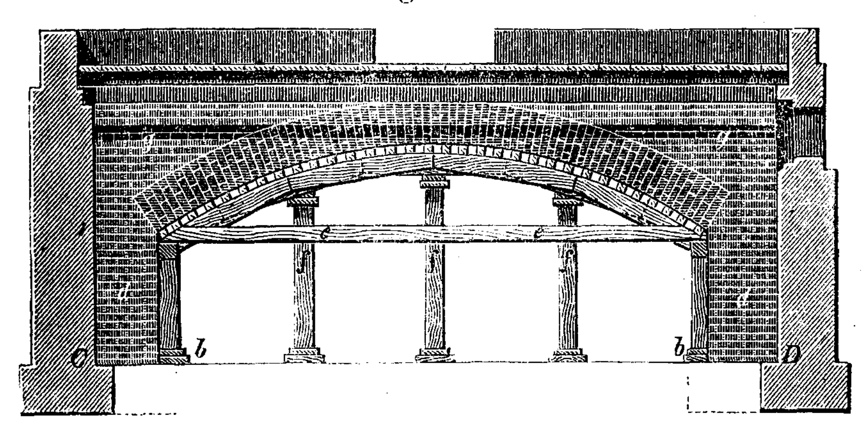
Fig. 285.



genau rechtwinklig aufeinander, und trägt die lichte Höhe des Gurtbogens über der Ausgleichung (Fig. 286) der Pfeiler weniger 2^{zm}, als Dicke der Schalung von H nach I; so wie die halbe Weite weniger 2^{zm} auf beiden Seiten von H nach G und G′. Auf dem Schnur-

schlage GG' bestimme man die beiden Punkte KK' in gleicher Entfernung von H, und zwar so, daß IK=IK' gleich der halben Länge

Fig. 286.



GG' werde. In diesen Punkten werden Nägel eingeschlagen, eine Schnur KLK' um dieselbe gelegt, welche ausgespannt bis I reichen muß, und indem man mit einem Bleistift rc. an der fortwährend ausgespannten Schnur herumfährt, beschreibt der Stift die elliptische Linie GILG' für den Lehrbogen, der dann aus doppelt zusammengenagelten Brettern gefertigt wird (vergl. §. 41, 3). Für jeden Gurtbogen sind zwei solcher Lehrbogen erforderlich, die dann auf Klötze bb (Fig. 286 und 287) an den bezeichneten Orten nebeneinander aufgestellt werden, und zwar 3^{zm} enger zusammen, als der Gurtbogen breit werden soll. Hierauf werden quer über die beiden Lehrbogen Schallatten oder Bretter gelegt, die aber auf beiden Seiten so weit vorstehen müssen, daß die ganze Verschalung die Breite des Gurtbogens erhält. Man vergesse hierbei nicht unter die Lehrbogen flache Keile unterzulegen, damit man sie beliebig lüften kann. Auch nagelt man gewöhnlich das Brettstück im Scheitel der Lehrbogen fest, um das Umfallen der Lehrbogen zu verhüten. Bevor man die Schlußsteine einlegt, zieht man die Nägel aus, weil dann die Last des Gewölbes den Lehrbogen schon festhält.

Die aus keilförmigen Brettstücken bestehenden Keile werden so eingetrieben, daß der Lehrbogen genau in die bestimmte Höhe zu stehen kommt, und seine unteren Enden mit der Gleiche der Bogenpfeiler übereinstimmen.

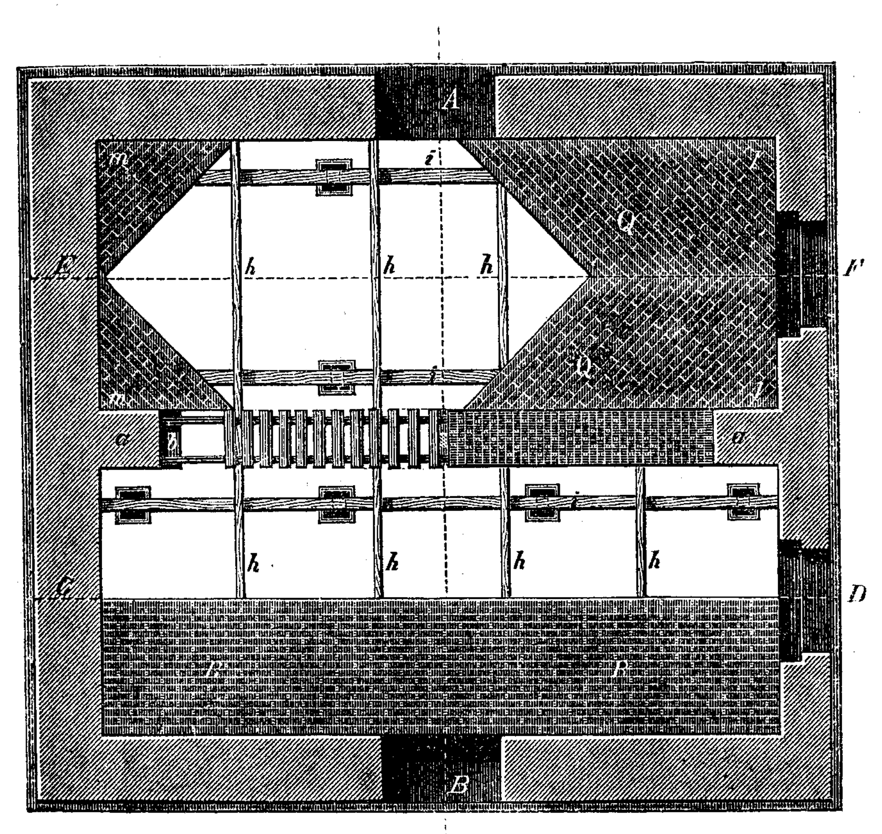
Diese Keile schlägt man nach Vollendung des Gurtbogens wieder heraus und lüftet dadurch den Lehrbogen, so daß er leicht weggenommen werden kann. Damit die Bogenschenkel nicht ausweichen können, so ist es gut, wenn man quer über dieselben eine etwa 12^{zm} starke Latte ee

(Fig. 286) aufgenagelt. Auch ist es nöthig, daß unter den Lehrbogen, zur Unterstützung der darauf ruhenden Last des Gurtbogens, an drei Punkten die Kreuzholzsteifen fff (Fig. 286) angebracht werden.

Nachdem man dergestalt die Lehrbogen aufgestellt und gehörig unterstützt hat, so wird mit dem Einwölben des Gurtbogens, von beiden Enden zugleich, der Anfang gemacht und in der Mitte geschlossen.

Wenn man den unteren Theil des gedrückten Bogens nicht durch Ueberkragung, wie in Fig. 273 I herstellt, so müssen die Steine dabei

Fig. 287.



so zugehauen werden, daß sie in *engen Fugen* an einander schließen, und alle Fugen rechtwinklig (normal) auf die Bogenlinie zu stehen kommen. Der Schlußstein muß genau keilförmig zugehauen und allenfalls abgerieben werden, damit er in allen Punkten an die zunächst liegenden Wölbesteine anschließe.

Ein gewöhnliches Verfahren der Maurer, daß sie die Wölbesteine selbst für den unteren stark wölbenden Bogentheil *nicht hauen*, sondern die schräge Richtung derselben gegen einander allein durch *größere* Kalkfugen herauszubringen suchen, muß man durchaus *nicht*

dulden und im Uebrigen muß man möglichst schwache Fugen geben, denn der viele Kalk in den Fugen drückt sich, wenn das Lehrgerüst entfernt wird, zusammen, so lange er naß ist, und veranlaßt ein stärkeres Setzen des Bogens, woraus nicht blos Senkungen in der Bogenlinie entstehen können, sondern sogar Einsturz des Gewölbes erfolgen kann. Das Wölben des Gurtbogens geschieht nach der Schnur, die von den Widerlagern aus gezogen und von Zeit zu Zeit höher gerückt wird. Ist man mit dem Wölben bis zur Höhe g Fig. 286 gekommen, die etwa 8^{zm} über der Unterkante des Gewölbe-

Fig. 288.

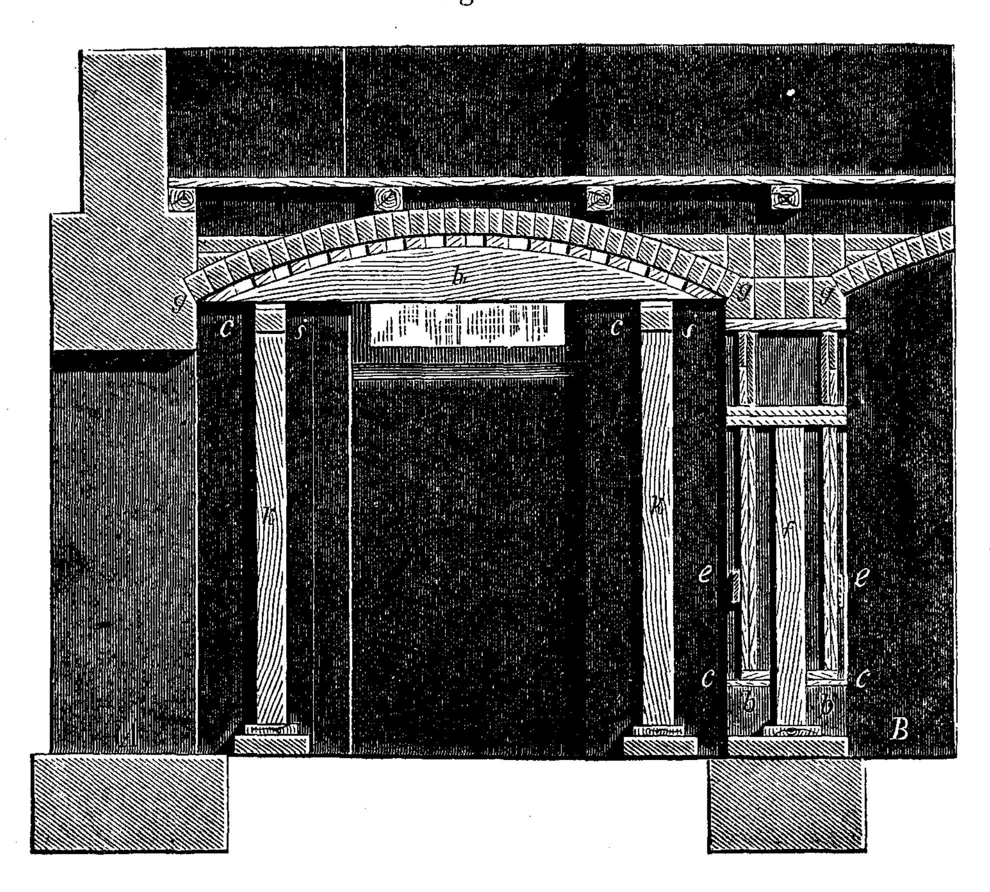
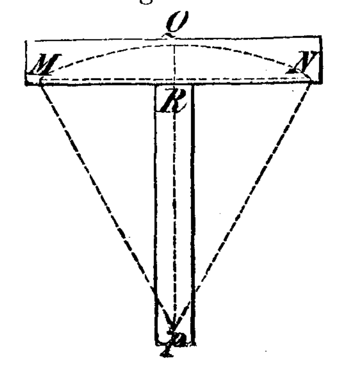


Fig. 289.



scheitels liegt, so wird an den folgenden Wölbsteinen das horizontale Widerlager gg für die einzuwölbenden Kappen schräg eingehauen, wie dies Fig. 288 bei gg im Querschnitt zu sehen ist. Es ist immer sehr fehlerhaft, wenn man dieses Widerlager erst dann einhaut, wenn der Bogen bereits zum Schluß gekommen ist, weil man dadurch die Steine erschüttert und lose macht. Nachdem der Bogen geschlossen ist, wird

er bis zur Gleiche des Scheitels hintermauert und an den Steinen, welche bei gg zu liegen kommen, wird ebenfalls vor dem Verlegen derselben das Widerlager eingehauen.

Nachdem das Gebäude unter Dach ist, werden die Kappen eingewölbt; dazu werden die Lehrbogen hhh (Fig. 288 und 290) aufgestellt, die man aus einzelnen Brettstücken MN Fig. 289 erst vorreißt und dann ausschneidet. Zu dem Ende wird ein Brettstück Q genau in der Mitte eines andern Brettes MN und rechtwinklig darauf befestigt, und der Mittelpunkt P bemerkt, aus welchem der Kreisbogen MN mit einem sogenannten Kreuzzirkel vorgerissen wird (vergl. §. 41. 2.).

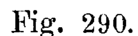
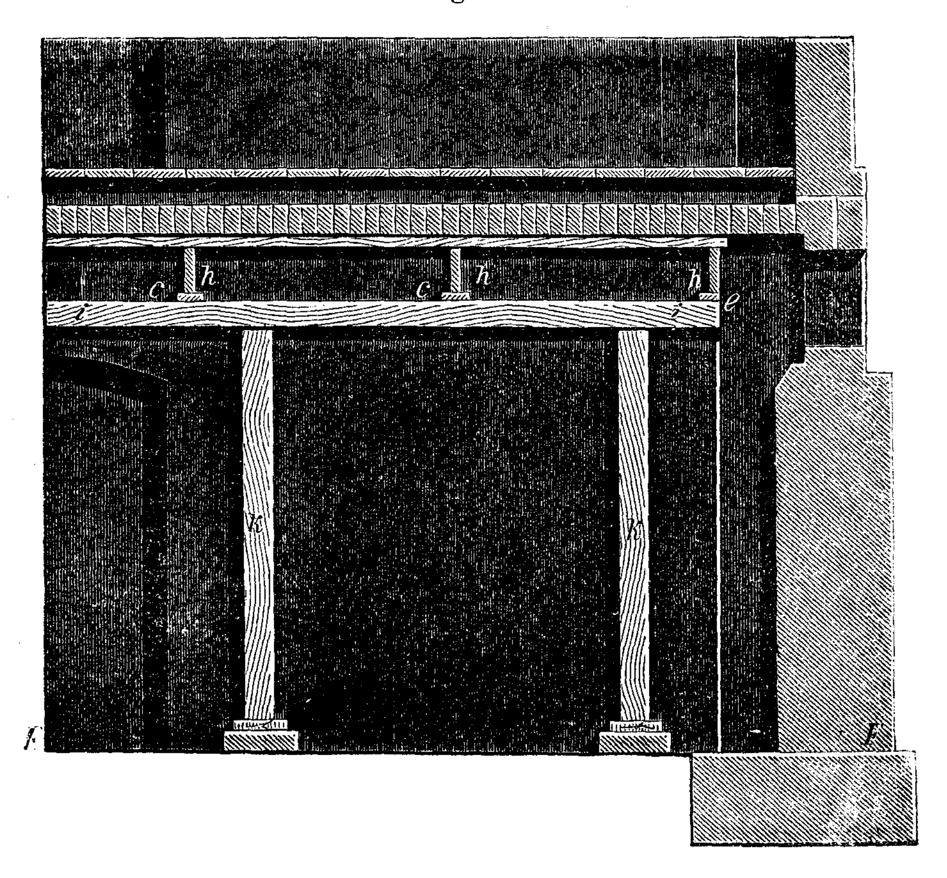


Fig. 290.



Da die Lehrbogen der Kappen hoch über dem Kellerfenster zu stehen kommen, so ist für jede Kappe ein besonderes Gerüst erforderlich, das aus zwei Reihen Kreuzholzstielen kk (Fig. 290 und 292) und darüber gelegten Holmen oder Rähmen ii gebildet wird, worauf die Lehrbogen hh auf untergelegten Keilen cc ruhen. Ueber den Lehrbogen kommt dann die Verschalung von Brettern oder Latten, quer über die Kappenlehrbogen. Das oberste Brett desselben im Scheitel wird na die Lehrbogen festgenagelt, damit dieselben nicht umfallen können; wenn man

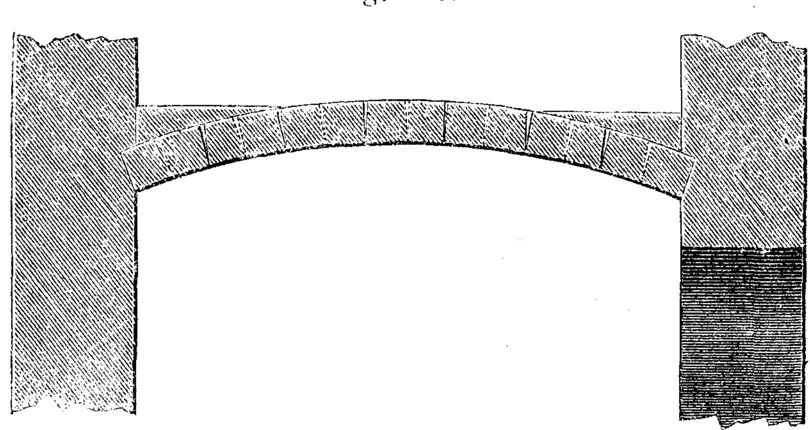
mit der Wölbung bis an die Nägel gekommen ist, werden sie ausgezogen und der Schluß eingewölbt.

Bei den Lehrbogen der Kappen darf man aus gleichen Gründen, wie bei den Gurtbogen, die Keile c c nie vergessen. Die beste Art, die Kappen zu wölben, ist auf den Schwalbenschwanz, wie in Fig. 287 bei QQ angegeben ist. Vier Maurer fangen dabei in den vier Ecken mm ll gleichzeitig zu wölben an, wodurch die Arbeit besser gefördert wird, als wenn nur 2 Maurer zugleich anfangen. Alle Wölbschichten müssen im Scheitel der Kappe, oder in der Mittellinie EF zum Schluß kommen. Hat man mit 2 Maurern den Anfang der beiden Ecken ll und das Gewölbe so weit fertig gemacht, daß seine Spitzen die Mittellinie AB berühren, so kann man die beiden ander Ecken mm nachholen, und wenn auch dieser Gewölbetheil die Linie AB erreicht hat, so bleibt in der Mitte noch ein verschobenes Viereck, das aber durch fortgesetzte Arbeit immer kleiner wird, bis das Gewölbe zuletzt ganz zum Schlusse kommt. Die Maurer stehen bei dieser Arbeit auf der Schalung. Bei dem Wölben der Gurte stehen sie zur Seite. Nicht so gut, wiewohl leichter auszuführen, ist die Wölbungsart nach der Länge des Gewölbes (wie bei einem Tonnengewölbe), welche Fig. 287 bei RR vorgestellt ist.

Bei der ersten Wölbweise legt man die Setzwage, die ja ein, rechtwinklig gleichschenkliges Dreieck ist, für die ersten Schichten horizontal an, um die genaue Richtung derselben zu erhalten, und arbeitet dann meistens nach dem Augenmaß; bei der letzteren Wölbweise zieht man auf der Schalung die Schnur für jede Schicht.

Eine dritte Art der Einwölbung von Kappen muß hier noch erwähnt werden. Bei derselben gehen, wie in Fig. 291, 292 und 293 im Grundriß, Querschnitt und Längenschnitt zu ersehen, sämmtliche

Fig. 291.



Schichten quer über den Bogen der Kappe und versetzten sich mit Fugen, die parallel dem Gewölbescheitel liegen. In Haustein wäre

Fig. 292.

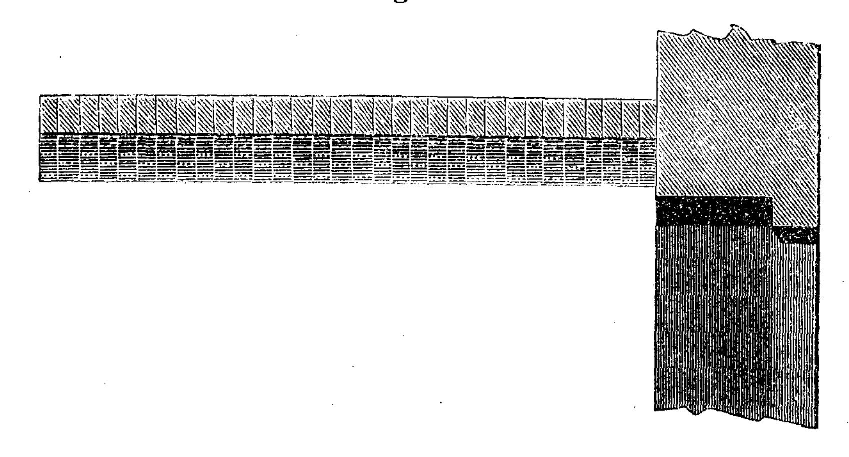
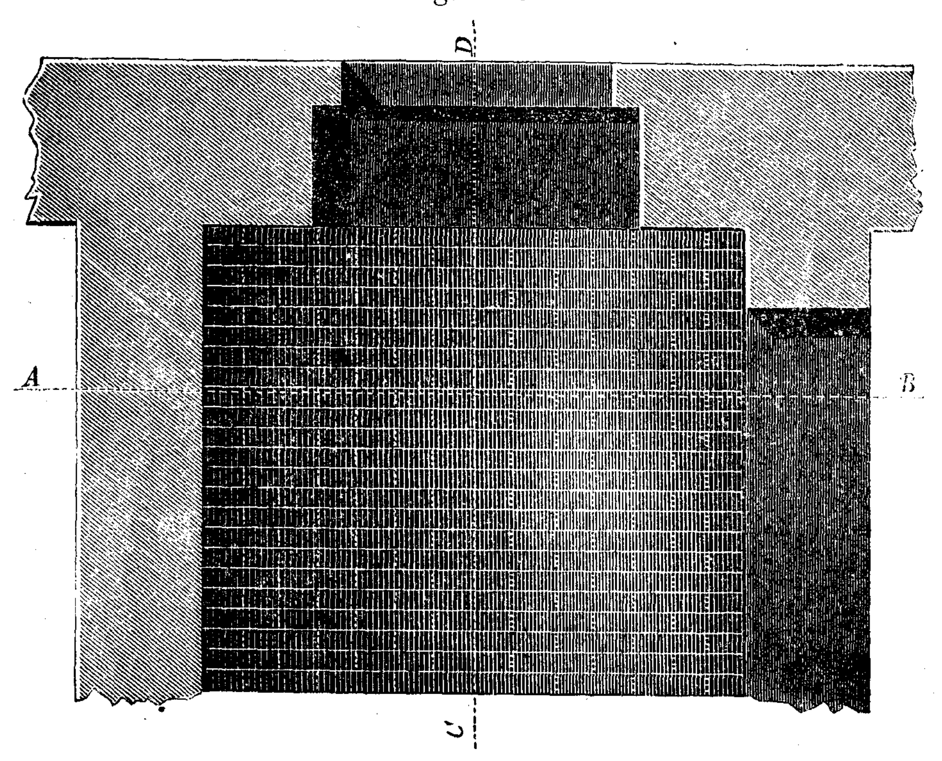


Fig. 293.



eine derartige Anlage sehr unzweckmäßig, auch schiebt dies Gewölbe vor der Erhärtung des Mörtels sehr gegen die Widerlager. Nach der Erhärtung aber wird es ungemein fest. Der Hauptvortheil dieser Moller'schen Kappe ist der, daß sie kein festes Lehrgerüst braucht, sondern auf dem Rutschbogen eingewölbt wird. Schmale Kappen zwischen eisernen Trägern werden jetzt beinahe ohne Ausnahme so hergestellt.

Es ist vortheilhaft und sogar nothwendig, daß alle Kappen von

ihren Stirnenden CEDF Fig. 287 eine Steigung nach der Mitte zu erhalten, oder daß sie um ein paar ^zm^ gestochen werden, wodurch sich die Gewölbe mehr der böhmischen Kappe nähern und fester werden, weil dadurch außer der Spannung nach der Breite, auch noch eine nach der Länge des Gewölbes entsteht. Da, wo sich die Kappen an die Stirn- oder Schildmauern anschließen, haut man in letztere bogenförmige, etwa 13^{zm} tiefe Streifen nach der Krümmung der Kappe, und eben so breit wie diese aus. In diese vertieften Streifen werden die Stirnenden der Kappen eingesetzt, und dadurch der Anschluß an die Seitenmauern bewirkt.

Hat man nicht so viel Rüstungen und Lehrbogen, um alle Kappen zugleich einzuwölben, so darf nicht versäumt werden, den Gurtbogen auf der andern Seite gegen die gegenüberstehende Mauer abzusteifen, weil sonst ein Verschieben des Gurtbogens und ein Einsturz der Kappe zu besorgen ist. Man darf aber auch dann, wenn man die ersten drei Kappen zugleich einwölbt, nur die erste oder die ersten beiden Kappen ausrüsten und das Lehrgerüst für die vierte und fünfte Kappe benutzen; die dritte Kappe wird erst ausgerüstet, nachdem die vierte Kappe geschlossen worden ist u. s. w.

Je länger die Kappe im Verhältniß zu ihrer Breite wird, um so weniger fest wird sie, da bei der Wölbung auf den Schwalbenschwanz z. B. alsdann die Sprengung von einigen ^{zm} nach der Länge hin immer unwirksamer ist, und da das in der Mitte der Kappe sich bildende Schlußquadrat sehr weit von den Stirnwänden des Gewölbes zu liegen kommt.

Werden die nach der Länge gewölbten Kappen (Fig. 287) bei RR breiter als $1^3/_4$—$2^1/_4$^{m} und verhältnißmäßig lang, so ist es nothwendig, daß von $2^1/_2$ zu $2^1/_2$^{m} Verstärkungsgurte eingewölbt werden, ganz ähnlich wie beim Tonnengewölbe Fig. 279—283, wo sie mit ss bezeichnet sind. Diese Verstärkungsgurte werden mit der Gewölbedicke 1 Stein stark und ebenso 1 Stein breit. Es ist aber immer besser auf den Schwalbenschwanz einzuwölben, weil dann der Schub der Kappe zum größten Theil nach den Ecken geht und die Ecken (wie früher gezeigt wurde) die größte Widerstandsfähigkeit haben. Dabei ist es gut, wenn die Kappen höchstens $2^1/_2$mal so lang werden, als sie breit sind. Je mehr der Kappenraum sich dem Quadrate nähert, je kürzer er also wird, desto mehr nähern sich die Kappen in ihrem Verhalten den böhmischen Kappen und desto fester werden die Gewölbe.

Je schmäler die Kappen sind, um so weniger braucht man ihnen Steigung zu geben; sind sie 2^m breit, so ist $^1/_{12}$ genug, sind sie $2,2—2,5^m$ breit, $^1/_8$, sind sie breit, $^1/_6$. Breiter als $2,8—3,5^m$ darf man die Kappen von $^1/_2$ Stein Stärke nicht machen, wenn man nicht gewärtigen will, daß sie einstürzen, wie dies öfter vorgekommen ist.

Will man eine größere Breite mit einem Kappengewölbe überspannen, so muß es 1 Stein stark werden. In dieser Art wurden im Berliner Museum Kappen von 5^m Breite ausgeführt, welche circa $^1/_8$ Steigung hatten.

Da die Kappengewölbe größtentheils bei Unterkellerung der Wohngebäude angewendet werden, und diese ohnehin schon mehrere Stockwerke hohe Mauern haben, so ist eine besondere Verstärkung der Widerlagsmauern der Gurte und Gewölbe in der Regel nicht nöthig, namentlich wenn man die Gurtbögen sowohl wie die Kappen nach Fig. 268 bis 272 anordnet. Bei Fabrikräumen, Kellern u. s. w., die der Feuersicherheit wegen überwölbt werden sollen, ersetzt man die Gurtbogen häufig durch eiserne T und I Balken oder auch Eisenbahnschienen bei geringeren Spannungen und wölbt zwischen diese die Kappen ein. Diese Balken erhalten mindestens 30^{zm} Auflager nach der Tiefe und kommen auf eine größere Sandstein- oder Granitplatte zu liegen. Zu den Kappen kann man sich vortheilhaft der hohlen Steine bedienen.

Betrachten wir den Seitenschub, den ein Kappengewölbe (Fig. 264) ausübt, so ergiebt sich Folgendes: die Kappe RR schiebt nach der Mauer B hin, und nach dem Gurte, welcher zwischen den beiden Kappen gewölbt ist. Die Frontmauer ist nur den vierten Theil so stark als die lichte Breite des Gewölbes, da aber auf ihr wenigstens noch ein Stockwerk zu stehen kommt, so wirkt die Last desselben zugleich mit als Widerlager gegen den Schub der Kappe, und sie ist demnach hinlänglich stark.

Der Gurtbogen (Fig. 287) zwischen beiden Kappen hat zu seiner Stärke zwar nur den fünften Theil der lichten Kappenweite, er würde demnach, wenn keine Mauer weiter darauf stünde, nur ein schwaches Widerlager abgeben; allein da der Schub beider Kappen, wenn sie vollendet sind, ihn vollkommen im Gleichgewicht hält, so könnte er als bloße Mittelstütze allenfalls noch schwächer sein (vergl. §. 42). Die Umfassungsmauer bei A, wenn sie auch keine äußere Hauptmauer wäre, würde doch bei gewöhnlicher Eintheilung vielleicht eine Mittelwand sein, und folglich noch über sich in einem oder mehreren

Stockwerken wieder Mauern tragen, welche sie belasten oder als Widerlager hinlänglich stark machen, andernfalls würde man sie wenigstens durch vorgemauerte Widerlager verstärken. Es würde also nach dieser Richtung die Wölbung hinlänglich gesichert sein. Die Stirnmauern der Kappen gegen FD und EC hin haben bei dem Gewölbe RR gar keinen Schub der Kappengewölbe auszuhalten und können allenfalls, mit Ausnahme derjenigen Stücke, welche dem Gurtbogen als Widerlager dienen, gänzlich fehlen. Wölbt man hingegen auf den Schwalbenschwanz wie bei QQ, so wird ein, wenn auch kleiner Theil des Druckes auf die Stirnmauern übertragen (vergl. das §. 51, 6 über schiefe Gewölbe Gesagte) und in diesem Fall dürfen sie nicht ganz fehlen, oder es müssen Gurtbögen an ihre Stellen treten.

Ueber die Gurtbögen ist zu bemerken, daß man dieselben nur als Widerlager für Kappen benutzt, aber nicht als Widerlager für die Anfänge anderer Gurte. Wo also dieser Fall eintreten könnte, muß immer ein Pfeiler angeordnet und so ein sicheres Widerlager hergestellt werden.

Bei quadratischen Räumen vertheilt sich der Schub auf die Widerlager gleichmäßig und die Kappen erhalten ihre größte Festigkeit; wenn man also einen sehr langen und 2,5—3^{m} breiten Raum durch Kappen überspannen und nur die gewöhnliche Pfeilhöhe geben will, so ist es zweckmäßig, den Raum durch Gurtbögen in möglichst quadratische Felder zu theilen. Vergl. §. 50.

Wir sind absichtlich bei dieser Art von Wölbung etwas weitläufig in der Beschreibung gewesen, theils weil solche Gewölbe häufig vorkommen, theils weil vieles, was hier gesagt wurde, auch bei allen übrigen Gewölben in gleicher oder ähnlicher Weise wieder vorkommt, wo es der Kürze wegen nur angedeutet und nicht so ausführlich vorgetragen werden wird.

§. 48.

1) **Das Kreuzkappengewölbe und die Kreuzkappe im unregelmäßigen Raume** (gewöhnlich Kreuzgewölbe genannt).

Die regelmäßige Kreuzkappe entsteht, wie wir bereits früher zeigten, wenn 2 Tonnengewölbe sich unter einem rechten Winkel schneiden (Fig. 294 und 295). Aus dieser Bedingung entsteht für die Grundrißform der Kreuzkappe ein Quadrat, wenn die lichten Weiten der sich schneidenden Tonnengewölbe gleich groß wären.

Die Kreuzgewölbe vereinigen in der Ausführung die Bequemlichkeit

des Kappengewölbes mit der Festigkeit des Tonnengewölbes. Außerdem kann man sie über bedeutendere Weiten spannen als die Kappengewölbe, welches sie für die Anwendung noch geschickter macht. Sie sind außerdem feuersicher, und können, in gehöriger Stärke angelegt, noch dazu große Lasten tragen, was sie zur Unterkellerung solcher Räume geschickt macht, wo diese Bedingung eintritt, wie z. B. unter Brauküchen oder zu Lagerbierkellern, wo 6ᵐ und mehr hohe Erdschüttungen zu tragen sind.

Das Kreuzgewölbe besteht aus zwei Bogen, welche aus jeder Ecke nach der Diagonale des viereckigen Raumes bis zur gegenüberstehenden Ecke gespannt sind, und sich in der Mitte des Raumes durchkreuzen.

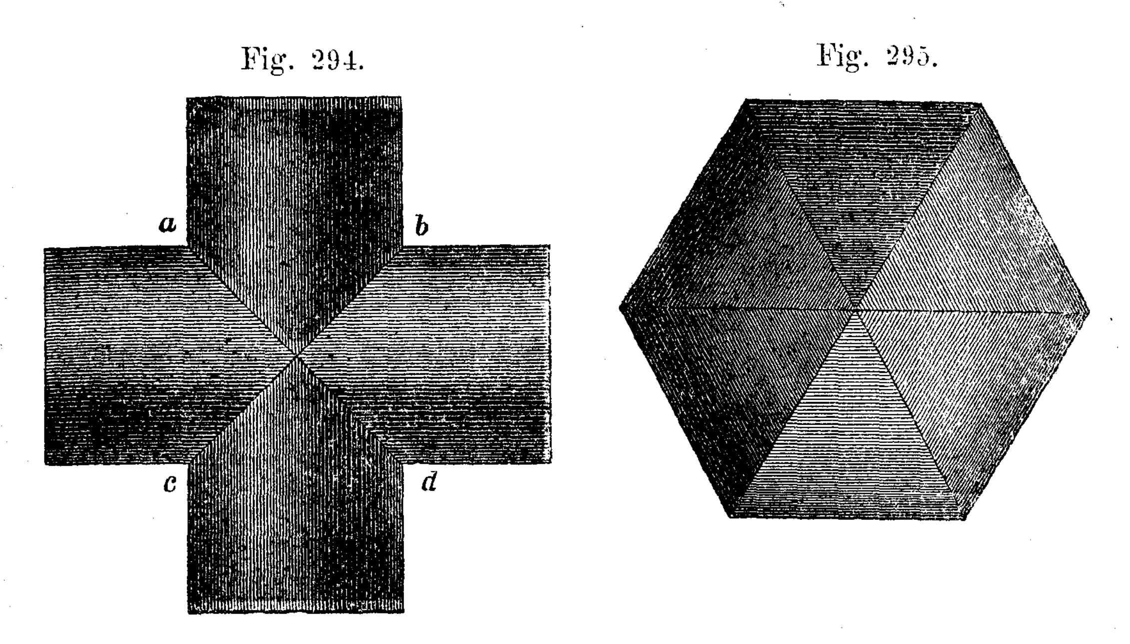


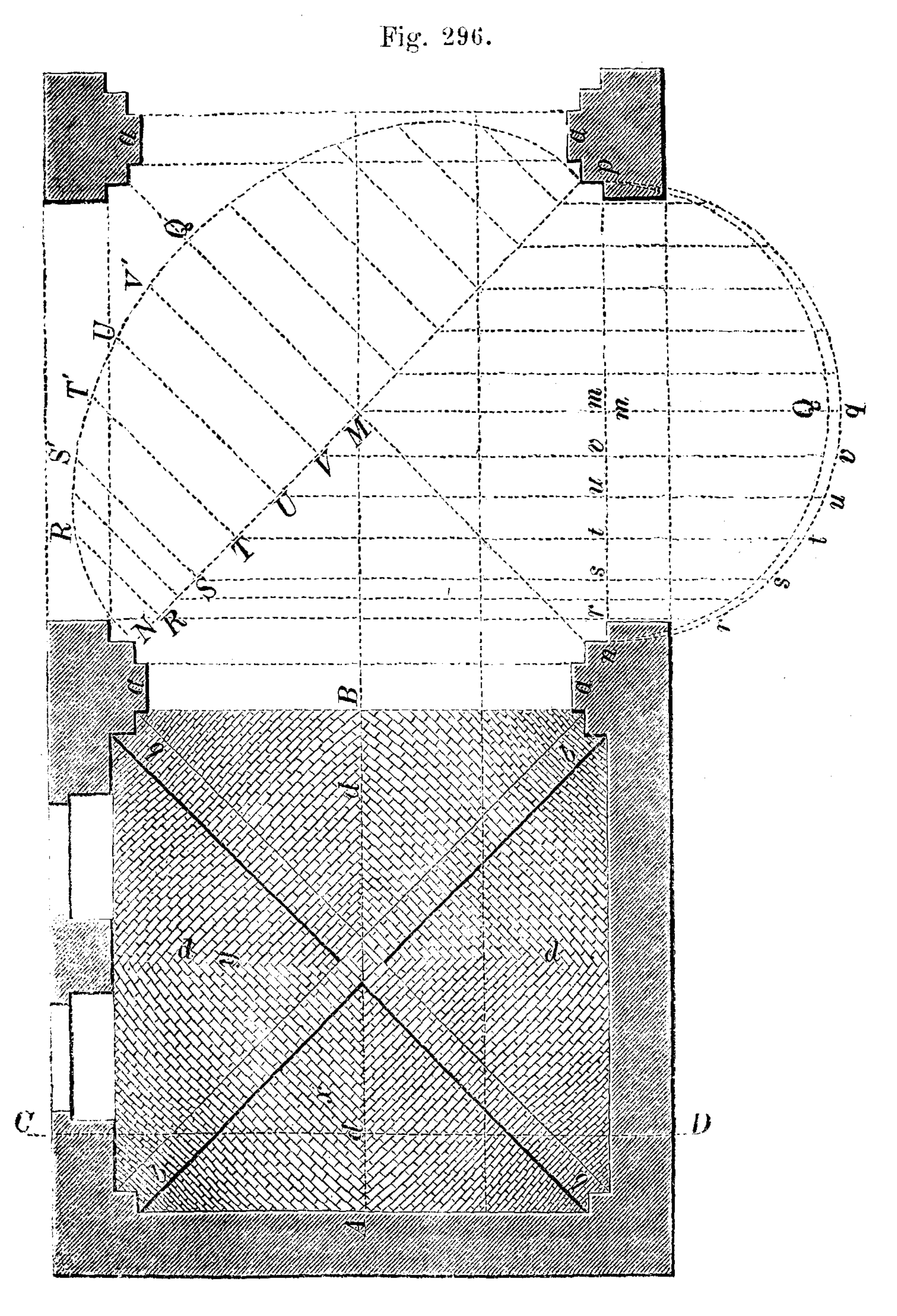
Fig. 294. Fig. 295.

Zwischen diesen Hauptbogen, welche Grate (Gratbogen) heißen, sind die eigentlichen Gewölbe, die man Kappen, auch Kreuzkappen nennt, eingespannt, und indem sie auf den Graten ihre Widerlager haben, stoßen sie mit den Stirnenden an die Umfassungsmauern.

Man sieht, daß diese Anwendung nicht blos im Quadrate, sondern auch im länglich viereckigen Raume möglich ist. Wird jedoch das Rechteck zu lang im Verhältniß zu seiner Breite, so stellen sich Unbequemlichkeiten ein, welche nur schwer zu überwinden sind, und man wird sehr wohl thun, ein rundbogiges Kreuzgewölbe nie länger als die eineinhalbmalige Breite zu machen. Beträgt die Länge und Breite eines Raumes nicht über 5ᵐ, so kann man denselben mit einem Kreuzkappengewölbe überdecken, wobei die Grate Fig. 296 bb einen Stein, die Kappen dddd aber nur einen halben Stein stark werden. Indessen werden auch wohl größere Räume mit solchen Gewölben

überdeckt, alsdann müssen die Grate $1\frac{1}{2}$ Stein, die Kappen aber 1 Stein stark werden. Auch erfordern solche starke Gewölbe stärkere Widerlager, welche bei gewöhnlichen Kreuzgewölben ohngefähr zu $\frac{1}{4}$ der Spannweite anzunehmen sind. Ist der zu überwölbende Raum

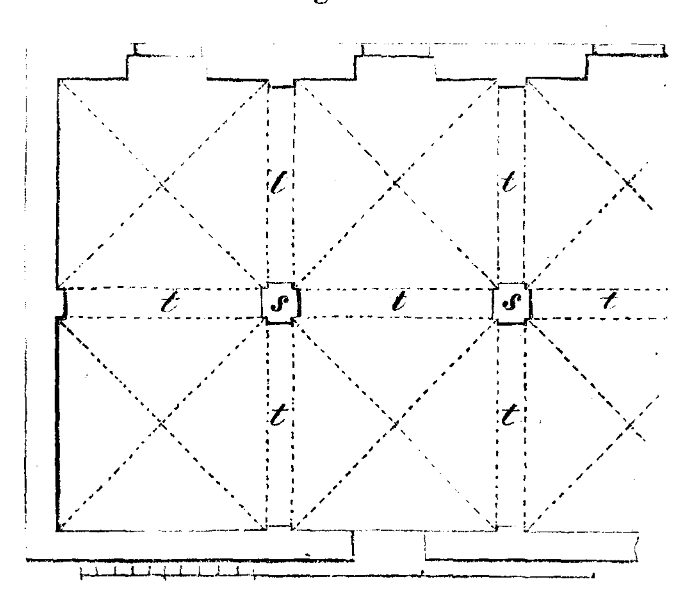
Fig. 296.



beträchtlich groß, wie z. B. in Fig. 297, so werden in der Mitte ein oder mehrere Pfeiler ss aufgemauert, und durch die Gurtbogen tt ꝛc. kleinere Räume abgetheilt, die dann jeder für sich durch Kreuzkappengewölbe überdeckt werden.

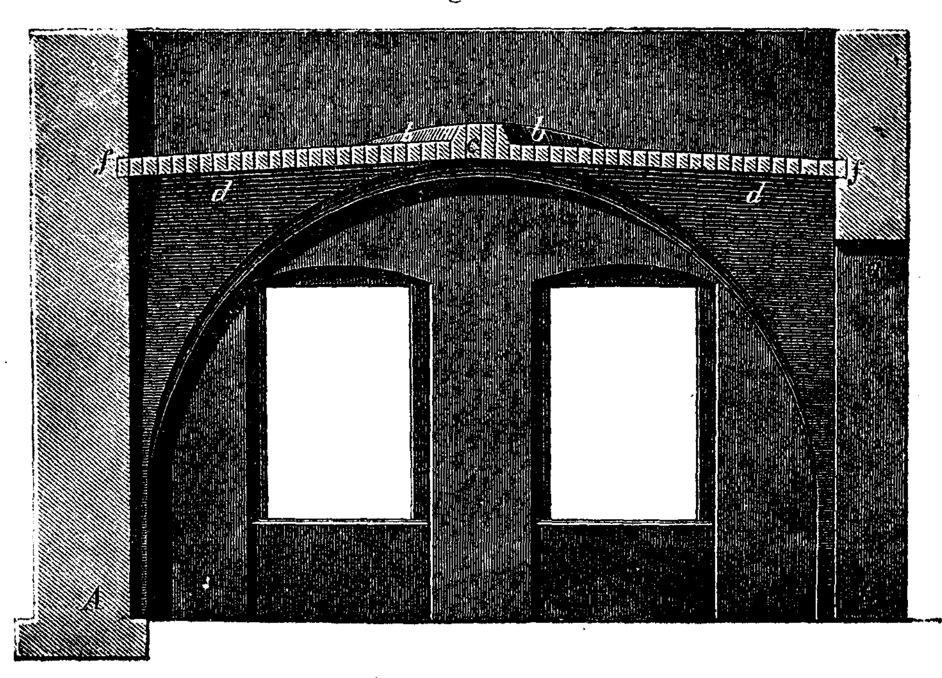
Die Gratbogen entspringen entweder unmittelbar aus den Ecken der Mauer, wie in Fig. 297 die punktirten Diagonallinien anzeigen, oder man legt, wie in Fig. 296, in den Ecken Vorsprünge an, auf welche die Gurte aufgesattelt werden. Fig. 296 zeigt die obere An-

Fig. 297.



sicht eines Kreuzkappengewölbes, über einen Raum von 5m Tiefe, dessen größere Länge durch die Gurtbogen aa in kleinere Räume abgetheilt ist, wovon jeder ein eigenes Kreuzkappengewölbe erhält. In dem fertigen Gewölbe sind bb die Gratbogen; dddd sind die

Fig. 298.



Kreuzkappen. Fig. 298 ist der Durchschnitt durch die Mitte des Gewölbes, nach der Linie AB des Grundrisses. In dieser Figur ist dc der Durchschnitt einer Kappe, welche von der Stirnmauer nach dem Scheitel zu etwas ansteigt, so daß der Punkt c etwas höher liegt als d. Man nennt dieses Aufsteigen der Kappe das Stechen derselben. Es beträgt dieses Stechen gewöhnlich den sechzigsten Theil der Länge des Grates; indessen kann man die Kappen auch wohl mehr stechen lassen, nur nicht weniger.

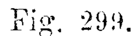
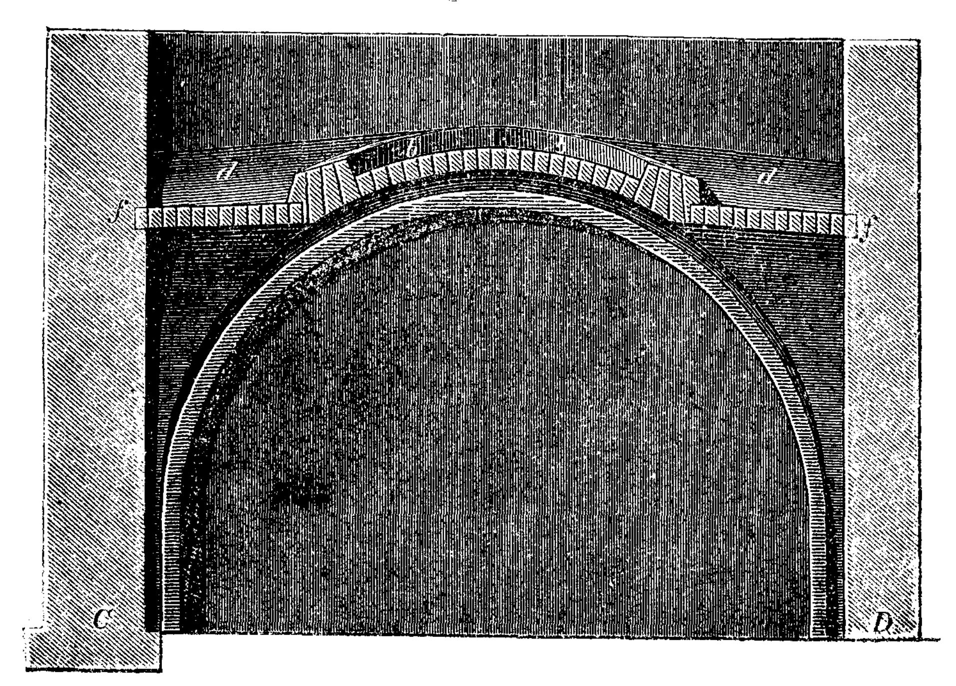


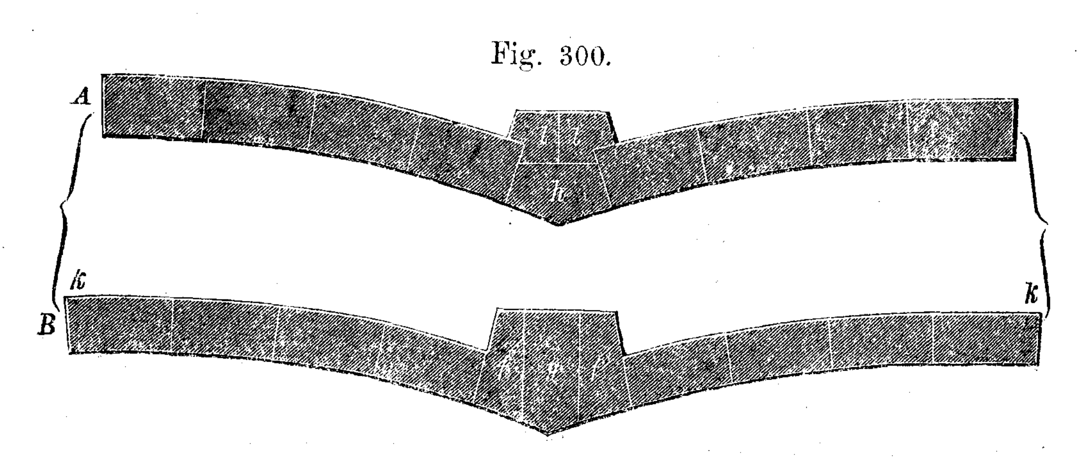
Fig. 299.



Fid. 299 zeigt den Durchschnitt durch einen tieferen Punkt des Gewölbes (als die Mitte war), nach der Linie CD des Grundrisses. Dieselben Gegenstände sind hier mit denselben Buchstaben bezeichnet.

Fig. 300 A und B zeigt die Verbindung der Kappen mit den

Fig. 300.



Gratbogen, in größerem Maßstabe und zwar im Grundrisse nach der Richtung von x nach y des Grundrisses.

Die Lehrbogen werden, wie bei den Kappengewölben angegeben, wurde, aus doppelt zusammengenagelten starken Brettern angefertigt. Wird zuerst festgesetzt, daß die Kappen zu einem vollen Halbkreise gewölbt sein sollen, so pflegt man die Lehrbogen für die Grate folgendermaßen vorzureißen.

Ist in Fig. 296 der Halbkreis nQp die innere Wölblinie der Kappe (vergl. Fig. 250 und 251) an der Stirnmauer, so mache man mm gleich der Stechung der Kappe, beschreibe aus m den überhöhten Halbkreis nqp und theile die Länge np in beliebig viel gleiche Theile. Aus den Theilpunkten ziehe man rechtwinklig (normal) auf np die Linien rr ss tt uu vv ꝛc., bis zum Umkreise nqp. In eben so viel gleiche Theile wird nun auch die Länge des Grates Np eingetheilt, und in den Theilungspunkten die auf Np lothrechten Linien RR′ SS′ TT′ UU′ VV′ MQ ꝛc. errichtet, welche man eben so lang macht, als die zuerst genannten übereinstimmenden Lothrechten rr ss ꝛc. Durch die auf solche Weise gefundenen Punkte R′ S′ T′ U′ V′ Q bis p ziehe man eine stetige krumme Linie aus freier Hand, so entsteht eine halbe Ellipse, welche die innere Wölblinie des Gratbogens bestimmt.

Jeder Gurtbogen, gegen den 2 Kreuzgewölbe stoßen, erhält 2 Lehrbogen. Von den Lehrbogen für die Grate eines regelmäßigen Kreuzkappengewölbes wird einer in der Mitte durchschnitten, der andere aber bleibt ganz. Letzterer wird durch einen in der Mitte des Vierecks aufgestellten Stiel (den Mönch) unterstützt, und die beiden Hälften des andern lehnen sich von beiden Seiten gegen den ersteren, und werden ebenfalls von dem Mönch getragen.

Soll der Grat einen Stein stark sein, so müssen zuerst 3 Steine ff und g Fig. 300 zugehauen, und auf die Lehrbogen gesetzt, die Kappen fk fk aber aus freier Hand, vom Gratbogen an bis an die Wand, eingewölbt werden. Hinter dieser ersten Schicht folgt die zweite llh, deren Fugen mit den ersten wechseln. Die Steine ll und h müssen, wie sie gezeichnet sind, besonders zugehauen werden, und so wird mit der Abwechslung der Gewölbschichten fortgefahren, bis die Gratbogen fertig und die Kappen auf den Schwalbenschwanz dazwischen eingewölbt sind.

Die Lage der Steinschichten in den Kappen wird aus der Zeichnung Fig. 296 deutlich. In jeder Ecke unterhalb fängt der Maurer die Kappen an; je weiter die Schichten sich dem Scheitel nähern,

desto mehr Steine erhalten sie, bis man sie in der Scheitellinie des Gewölbes selbst schwalbenschwanzförmig zusammenwölbt. Außerdem werden die einzelnen Kappenschichten, um ihnen mehr Spannung und folglich mehr Haltbarkeit zu geben, in sanften Bogen geschweift angelegt, wie Fig. 296 zeigt.

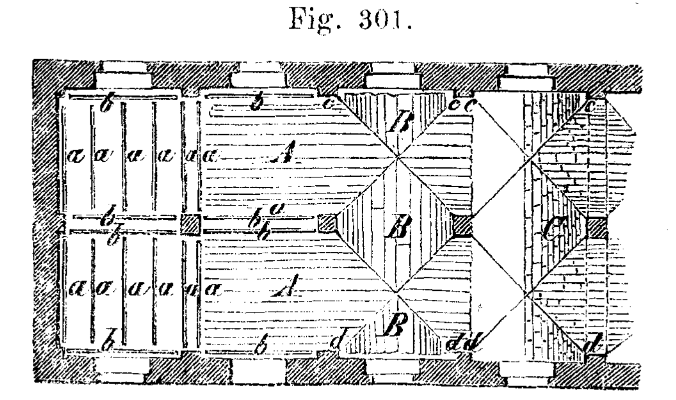
Anstatt die Anfänge der Grate, Gurte und Kappen in der beschriebenen Weise herzustellen, ist es zweckmäßiger, horizontal nach den Bogenlinien zu überkragen und erst dann die schrägen Widerlager anzuhauen, sobald man dahin gelangt ist, daß die Grate und Gurtbögen möglichst in ihrer vollen Stärke angelegt werden können.

Ferner läßt man die Kappen nicht stumpf an die Stirnmauern stoßen, sondern dieselben werden in die Stirnmauern, wie bei ff Fig. 298 und 299 gezeigt ist, eingebunden, weshalb man nach der Bogenlinie der Kappe vertiefte Streifen ff einhauen muß, die etwa 13^{zm} tief und so hoch werden wie die Kappe, also gewöhnlich $^1/_2$ Stein hoch. Die Gurtbogen aa Fig. 296 läßt man nach unten gern um 8^{zm} vor der Kreuzkappe vorspringen; von da ab haut man gleich beim Wölben die Steine schräg zu, so daß die Kappen ebenfalls ein schräges Auflager am Gurtbogen erhalten, ganz ebenso wie beim gewöhnlichen Kappengewölbe Fig. 288.

Nur geübte Maurer können Kreuzkappen aus freier Hand einwölben, ohne sogenannte Säcke in die Kappen zu bekommen: ungeübte thun besser, das ganze Gewölbe vollständig zu verschalen (besonders wenn es nachträglich geputzt werden soll).

Das Verfahren dabei ist in Kürze folgendes: es werden zunächst unter jeden Gurtbogen, Fig. 301, gegen den zwei Kappen stoßen, zwei Lehrbogen aa und bb und außerdem alle $^3/_4$ bis 1^m eben solche Lehrbogen aaa gestellt. Hierauf werden sämmtliche Lehrbogen aa verschalt, so daß eine Verschalung wie für zwei nebeneinander laufende Tonnengewölbe AA entsteht. Alsdann zieht man wagerecht über den Scheitel der Schalung AA Schnuren cd, so daß ein Punkt lothrecht über c, ein anderer Punkt der Schnur lothrecht über d trifft. Von diesen Schnuren lothet man an mehreren Stellen herunter auf die Schalung

Fig. 301.



AA, legt an die erhaltenen Punkte einen biegsamen Stab und zieht mit Bleistift oder Schiefer die Gratlinie cd. Jetzt werden die Kappen BB nach und nach (so wie die Arbeit vorschreitet) eingeschalt; die Schalbretter B liegen auf den Lehrbogen bb auf, und auf den Schalbrettern A; sie müssen nach der Gratlinie cd schräg gesägt und außerdem, soweit sie auf den Schalbrettern A aufliegen, schräg abgefaset werden (was mit dem Beil geschieht), damit scharfe Gratlinien entstehen. Wird die Länge der oberen drei oder vier Schalbretter B so groß, daß sie sich durch die Last der Wölbesteine durchbiegen würden, so unterstützt man sie durch Stiele oder Lehrbogen, die parallel zu den Bogen bb gestellt werden.

Ein anderes Verfahren besteht darin, daß man 2 Gratbogen und 4 Bogen für die Widerlager aufstellt und einschalt, wobei sämmtliche Schalbretter auf den Gratbögen zusammenstoßen. Damit die Schalbretter oder Latten nicht durchbiegen, werden für jede Kappe und zwar parallel zu den 4 Bogen an den Widerlagern kleinere Zwischenbogen aufgestellt, die an die Gratbogen stoßen.

Es ist gut, wenn man auf den Kopf des Pfeilers einen Schnittstein e Fig. 302 legen kann; sonst mauert man ebenso wie die folgenden Schichten etwa bis f mit horizontalen Lagerfugen und überkragt sie nach der Bogenlinie. Hat man eine solche Stärke erlangt,

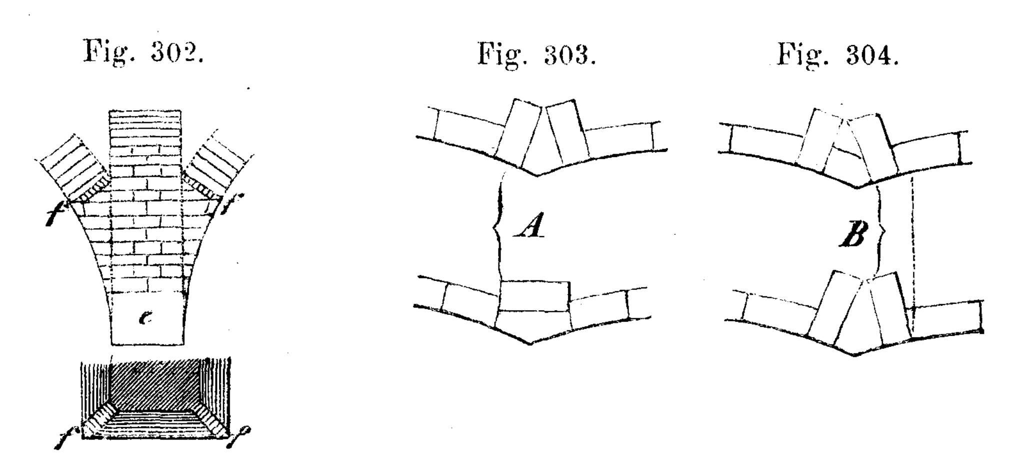


Fig. 302. Fig. 303. Fig. 304.

daß die Grat- oder Gurtbogen in ihrer vollen Stärke angelegt werden können, so wird, wie aus dem Grundriß bei ff ersichtlich ist, das Widerlager für die Kappen und Gurte, sowie für die Grate, nach der Fugenrichtung des Gewölbes angelegt. Jeder Grat wird bei f mit einem Strecker begonnen, der so gehauen wird, daß er gut an die Schalung anschließt; in der folgenden Schicht kommt an den Grat ein Läufer zu liegen, in der nächsten drei Köpfe, überhaupt ist die

Lage der Steinschichten für die Grate und Kappen, wie beim Wölben aus freier Hand (Fig. 300) oder wie Fig. 303 und 304.

Auch aus regelmäßigen und selbst unregelmäßigen Bruchsteinen (Sandstein und Schiefer) führt man Kreuzgewölbe auf Schalung ganz in derselben Weise aus, wie es für das Wölben mit Ziegeln eben beschrieben worden ist. An einigen Orten wenden die Maurer die früher übliche Weise zu wölben an, welche aus Fig. 301 bei C ersichtlich wird. Die untersten Schichten werden, wie vorhin bei Fig. 302 erläutert wurde, durch Ueberkragung gebildet. Dann wird das Widerlager für die Gurte und Kappen angelegt und nun nicht aus dem Winkel gewölbt, sondern wie bei dem Tonnengewölbe. Am Grat, der hier nicht stärker als die Kappe wird, läßt man abwechselnd die Schicht der einen und dann die der andern Kappe übergreifen, wobei die Steine am Grat etwas gehauen werden müssen, so daß sie sich gleichzeitig den Schalungen beider Kappen A und B Fig. 303 und 304 anschmiegen. Obwohl dies Verfahren etwas einfacher ist, als das vorher beschriebene, so wird der Grat doch zu schwach, namentlich, wenn man die Gewölbe aus Ziegeln fertigt, und man wird daher größere Ziegelgewölbe nie in dieser Weise ausführen.

Zu bemerken ist, daß man bei Kreuzgewölben aus Hausteinen immer die Fig. 301 bei c angedeutete Schichtenlage wählt; jedoch wendet man bei den Graten Hakensteine an, die also gleichzeitig in die Schichten beider Kappen eingreifen, wodurch vermieden wird, daß die Fugen zu nahe an den Grat kommen.

Will man die Richtungen des Seitenschubes beurtheilen, welchen ein Kreuzgewölbe (Fig. 296—300) ausüben wird, so darf man sich nur daran erinnern, daß es aus zwei sich schneidenden Tonnengewölben entstanden ist. Das Tonnengewölbe übt seinen Seitenschub nach den Mauern hin, worauf das Gewölbe ruht. Die Kappen ruhen hier hauptsächlich auf den Gratgurten, folglich müssen diese den Seitenschub der Kappen aufnehmen; da aber dieser Schub auf die Grate im Gleichgewicht ist, weil er immer von zwei Kappen auf einen Grat ausgeübt wird, so frägt es sich blos noch, wohin die Grate ihren Schub ausüben. Diese aber sind wie zwei Gurtbogen zu betrachten, welche die größte Last des Gewölbes tragen. Der Schub des Ganzen, geht also wesentlich nach den diagonalen Richtungslinien der Grate, und wenn man sich an den Endpunkten dieser vier Grate vier Pfeiler als Widerlager denkt, so werden diese den meisten Seitenschub auszuhalten haben. Die senkrechten Schild- oder Stirnmauern dagegen

haben wenig Seitenschub auszuhalten und können, wenn sie sonst keinen Zweck haben, viel schwächer sein.

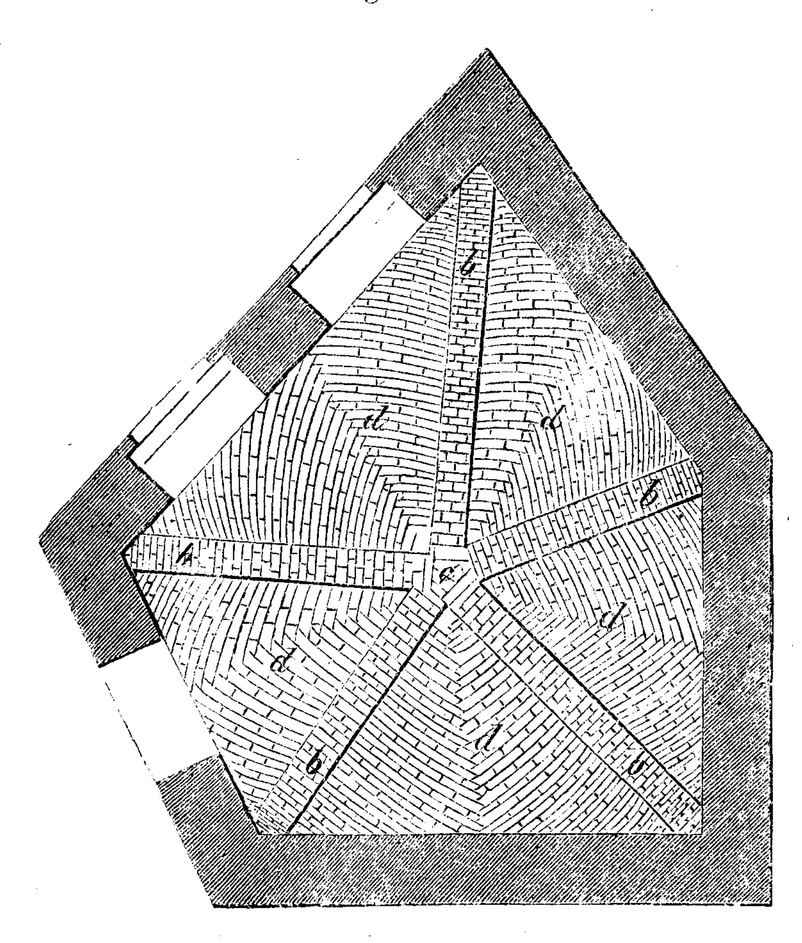
Hieraus ergiebt sich für die Kreuzkappe eine sehr große Ersparung an Material, gegen das Tonnengewölbe gehalten. Denn wenn das letztere in gleicher Stärke fortlaufende Widerlager erfordert, so bedarf das erstere dafür nur einzelner stärkerer Pfeiler. Will man die Stärke dieser Widerlagspfeiler bestimmen, so suche man sie zu der elliptischen Linie, welche der Gratbogen beschreibt, nach einer der in §. 42 erwähnten Methoden. Bei gewöhnlichen Abmessungen wird es genügen, wenn man $1/5$ der lichten Halbkreisweite, oder eben soviel in der Diagonale nimmt, da dergleichen Unterkellerungen in der Regel noch Mauern über sich haben, welche als Widerlager mitwirken, und außerdem kann man dasselbe durch Ueberkragung (vgl. Fig. 302 und §. 44) wesentlich verstärken. Wird der ganze Raum kein Quadrat, sondern ein Rechteck, so darf es nicht zu länglich werden, weil sonst die Bogen der langen Seiten, und namentlich die Bogen der Grate, zu sehr gedrückt werden und folglich keine Haltbarkeit bekommen. Man thut alsdann besser, den Raum durch Zwischengurte zu theilen, die ihr Widerlager entweder auf einer Mauer oder auf Pfeilern erhalten.

2) Die Kreuzkappe im unregelmäßigen Raume.

In Fig. 305 sieht man einen solchen unregelmäßigen Raum eingewölbt. Die auf den Schwalbenschwanz eingelegten Kappen d lehnen sich an die Gratbogen b b und diese wieder gegen die Umfassungsmauern. In dem Punkte C vereinigen sich alle Grate. Der Schub der Grate geht nach ihren verschiedenen Richtungen, und damit alles im Gleichgewichte sei, ist es nothwendig, daß der Punkt C zugleich der Schwerpunkt des ganzen unregelmäßigen Gewölbes sei, weil sich alsdann die ganze Last desselben gleichmäßig auf die Widerlagspunkte der Gratbogen vertheilt.

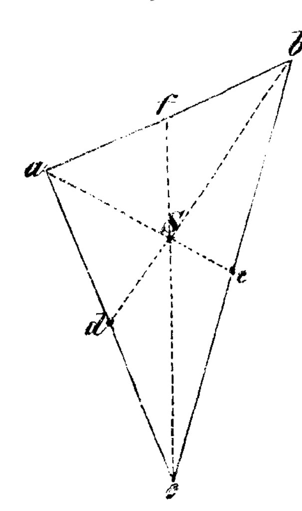
Um den Schwerpunkt des ganzen Gewölbesystems mit Uebermauerung u. s. w. mathematisch genau zu bestimmen, wären für jedes Material, jeden Mörtel u. s. w. höchst weitläufige Rechnungen nothwendig. Es genügt für die Praxis den Schwerpunkt der Grundrißfigur zu bestimmen und diesen als Scheitelpunkt des Kreuzgewölbes anzunehmen, wobei natürlich immer zu erwarten steht, daß der Schwerpunkt des fertigen Gewölbekörpers nicht genau senkrecht über dem der Grundrißform und dem Scheitelpunkte zu liegen kommen wird, was aber für die Praxis keine Bedeutung hat.

Fig. 305.



Um nun den Schwerpunkt der Grundrißfigur auf eine bequeme Art durch Zeichnung finden zu können, verfahre man in folgender Weise. (Fig. 306.) Es wäre das Dreieck a b c gegeben, man soll in ihm den Schwerpunkt S finden. Man halbire alle Seiten des Dreiecks und ziehe von den Halbirungspunkten gerade Linien nach den gegenüberstehenden Winkeln des Dreiecks, so ist der Punkt S, wo diese Linien sich schneiden, der Schwerpunkt des Dreiecks. (Will man sich hiervon durch den Augenschein überzeugen, so ziehe man sich diese Linien auf einen Triangel von Holz oder Pappe, suche den Schwerpunkt S, lege das Dreieck mit dem Punkte S genau auf einen spitzen Stab ꝛc., so wird man es in dieser Lage balanciren können, welches nicht möglich sein würde, wenn S *nicht der Schwerpunkt* wäre.)

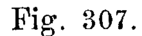
Fig. 306.

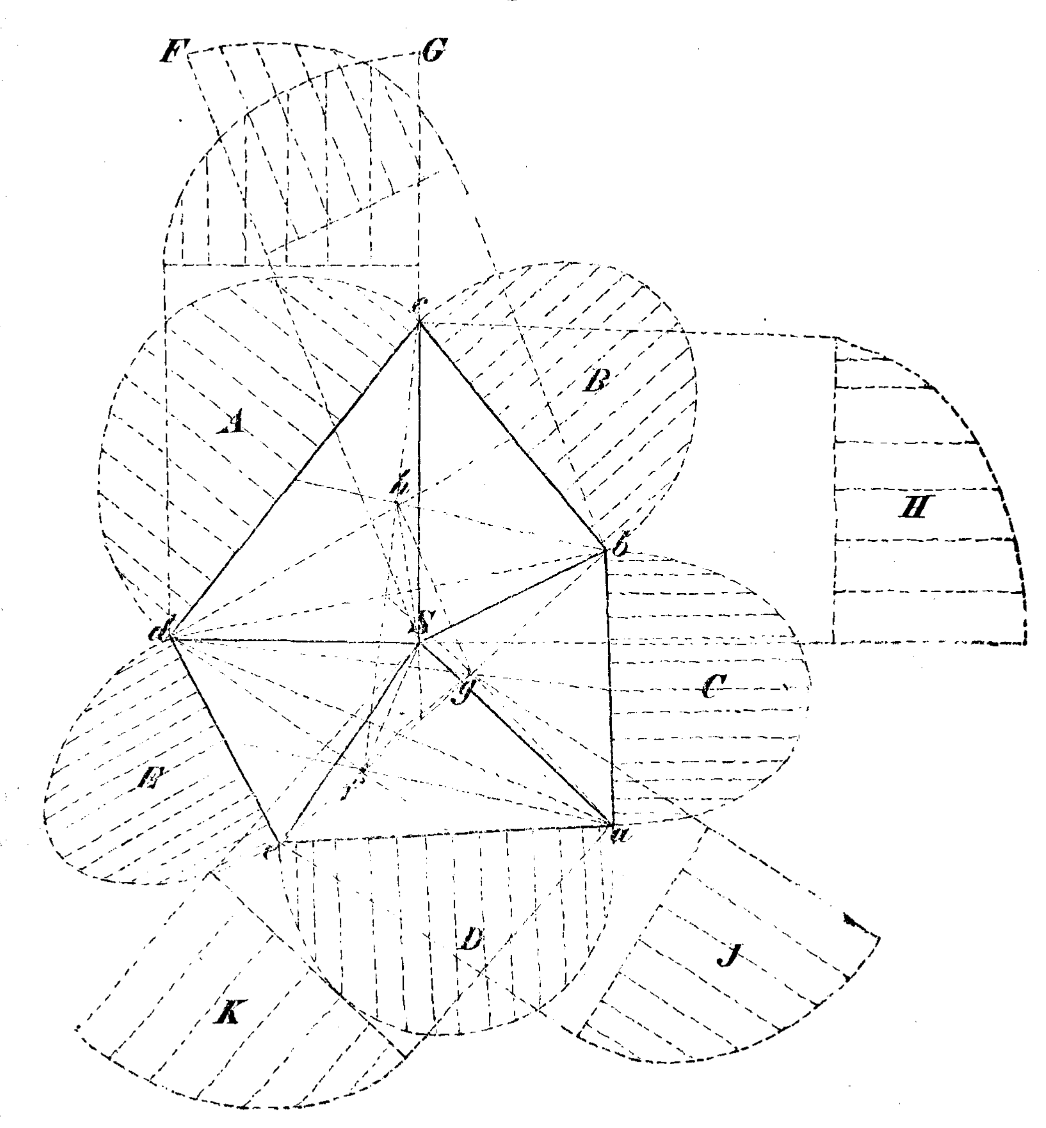


Ist man aber im Stande den Schwerpunkt

eines Dreiecks zu finden, so kann man auch den Schwerpunkt einer jeden unregelmäßigen Figur finden, da man jede solche Figur in Dreiecke zerlegen kann, wie wir gleich sehen werden.

In Fig. 307 ist die Form des unregelmäßigen Gewölbes in kleinerem Maßstab, als in Fig. 305 vorgestellt.


Fig. 307.



Denkt man sich in Fig. 307 die Linien a d und b d gezogen, so erhält man die Dreiecke a e d, a d b, b d c, sucht man nach dem Vorigen für jedes dieser Dreiecke den zugehörigen Schwerpunkt, so findet man nach und nach die Schwerpunkte f g h. Verbindet man diese drei Punkte durch gerade Linien, so erhält man das Dreieck f g h und der Gesammtschwerpunkt der ganzen Figur muß nun innerhalb dieses Dreiecks liegen und der Schwerpunkt des Dreiecks selbst sein. Man suche nun ebenso wie vorhin Fig. 306 den Schwerpunkt S des Dreiecks

fgh, so ist S derjenige Punkt, über welchem der Scheitelpunkt des unregelmäßigen Gewölbes liegen muß, weil S der Schwerpunkt der Figur abcde ist.

Ein anderes einfaches Verfahren, den Schwerpunkt jeder beliebigen Figur, z. B. des Fünfecks abcde zu finden, besteht darin, daß man die Figur in ziemlich großem Maßstab auf gleichmäßig starkes Papier (Kartenpapier, Pappdeckel) zeichnet und ausschneidet. Hierauf zieht man unterhalb des Punktes c einen ganz feinen Seidenfaden durch, hängt die Figur daran auf und zieht von dem Aufhängepunkte mit Bleistift eine lothrechte Linie nach unten; alsdann nimmt man den Faden ab und hängt die Figur an irgend einem andern Endpunkte auf und zieht von diesem Aufhängepunkte ebenfalls eine lothrechte Linie, so ist der Schnittpunkt dieser beiden Linien der Schwerpunkt der Figur, dieselbe mag viel oder wenig Seiten haben.

Die Höhe der Bogen wird man am leichtesten bestimmen, wenn man die längste Seite der Figur, hier dc, als Durchmesser des Halbkreises betrachtet, wonach man den ersten Lehrbogen fertigt. Die andern kleineren Seiten der Figur erhalten alsdann alle überhöhte Lehrbogen und man ist zugleich gesichert, daß die Lehrbogen der Gratbogen nicht zu flach ausfallen.

Ist der Lehrbogen A bestimmt, so verwandle man ihn (nach §. 41 Fig. 305) für die Linie bc in den Bogen B; für die Linie ab in den Bogen C; für die Linie ae in den Bogen D und für die Linie ed in den Bogen E. Für den Gratbogen dS gilt ebenso der Lehrbogen bei G; für den Gratbogen cS der Lehrbogen H; für den Gratbogen bS der Lehrbogen bei F; für den Gratbogen aS der Lehrbogen K und für den Gratbogen eS der Lehrbogen bei I.

Es läßt sich übersehen, daß man bei Aufzeichnung der Figur abcde, nach einem hinlänglich großen Maßstabe auf dem Papiere, den Punkt S für die Ausführung hinlänglich genau finden kann. Was die Bestimmung der Lehrbogen betrifft, so thut man am besten, sie gleich auf die zusammengeschlagenen Bogen in natürlicher Größe aufzutragen, wie früher gezeigt wurde.

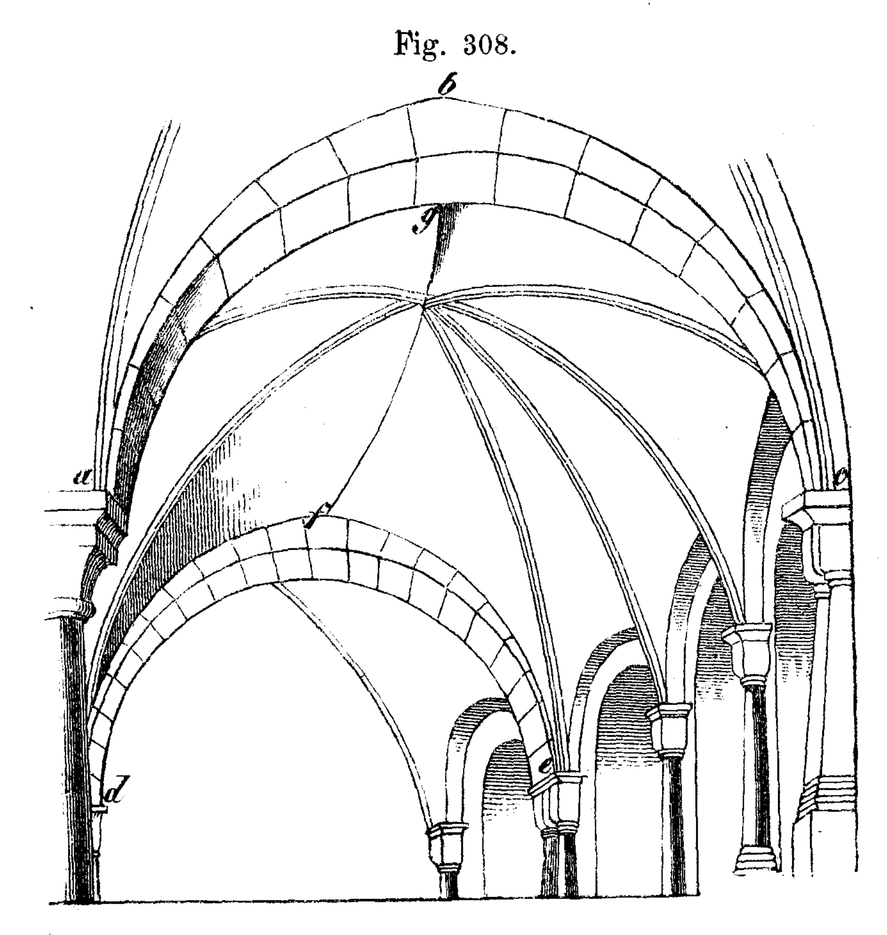
Die Kappen d Fig. 305 läßt man auch hier nicht stumpf an die Stirnmauern stoßen, sondern sie werden in dieselben eingebunden, wie dies bei Fig. 298 und 299 bei f zu sehen ist. Dazu werden nach der Bogenlinie der Kappe vertiefte Streifen f, etwa 13^{zm} tief und so hoch als die Kappe wird, eingehauen. Ebenso muß, wenn das Gewölbe sich fortsetzt und Gurtbogen nöthig werden, das schräge Auf-

lager für die Kappen gleich beim Wölben der Gurtbogen angelegt werden, wie dies unter 1) dieses Paragraphen bemerkt wurde.

Was die Bestimmung der Widerlagsstärke bei einem unregelmäßigen Kreuzgewölbe betrifft, so hängt dieselbe von der Länge der Grate ab, wobei man keinen Fehler begehen wird, wenn man z. B. in Fig. 307 den Grat cS und eS als eine stetige Linie betrachtet, und für die Länge cS+eS die Widerlagsstärke sucht.

Wollte man ganz genau verfahren, so müßte man jeden der Grate als einen halben Gurtbogen betrachten, und für dessen ganze Länge die Widerlagsstärke suchen, woraus sich aber bei der Verschiedenheit aller Gratlängen auch eben so viele verschiedene Widerlagsstärken ergeben würden. Man wird also keinen Fehler begehen, wenn man sämmtliche Widerlagspfeiler nach der größten Entfernung bestimmt. Die sämmtlichen Gratlehrbogen in Fig. 282 und 284 sind nur halbe Bogen; bei der Aufstellung müssen sie also, wo sie zusammentreffen, durch einen senkrechten Ständer, einen sogenannten Mönch, unterstützt werden. Des Halbkreises als Bogensystem bediente man sich schon in früheren Jahrhunderten vielfach bei Kreuzkappengewölben. Die

Fig. 308.

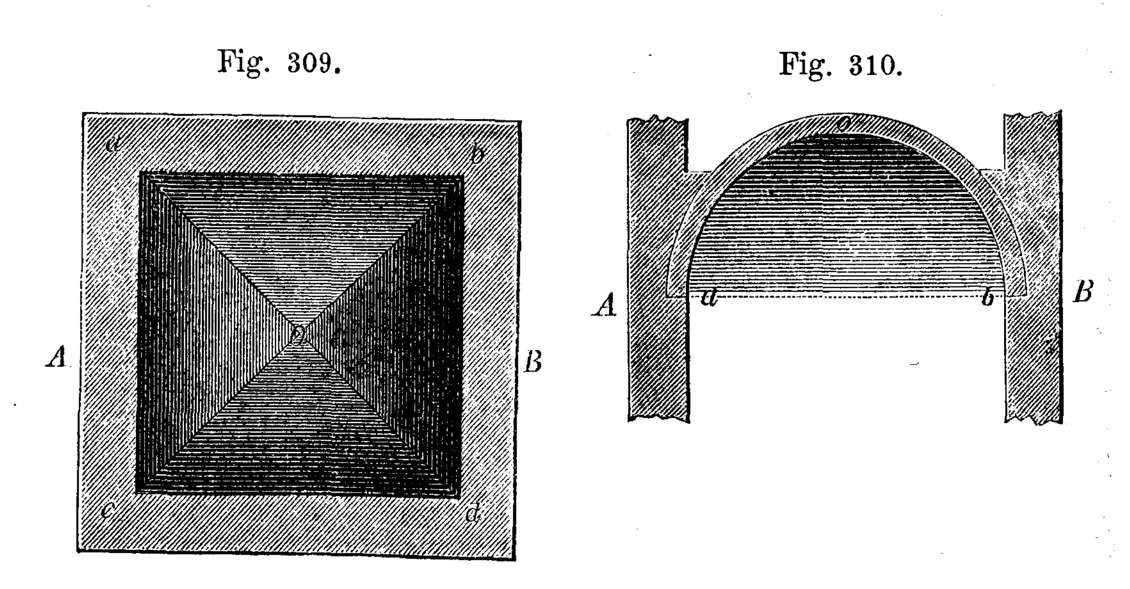


Gratbogen sind gewöhnlich aus größeren behauenen, profilirten Steinen oder Ziegeln hergestellt und springen etwas vor. Der Anschaulichkeit wegen haben wir Fig. 308 eine perspective Zeichnung gegeben, worin abc den vordersten Gurtbogen, dfe den ihm entgegenstehenden bezeichnet; g ist der Scheitelpunkt des Gewölbes, dfga ist eine der großen Kappen, wogegen auf der Seite egc die Hauptkappe in mehrere Fensterstichkappen gespaltet ist. Man bemerkt zugleich bei b, daß man den Kappen, um ihnen mehr Festigkeit zu sichern, einen bedeutenden Stich gegeben hat, so zwar, daß man den Halbkreis in einen sehr flachen Spitzbogen verwandelte, wodurch man namentlich für die sonst flach werdenden Gratbogen mehr Steilheit, folglich mehr Stärke gewann.

§. 49. Das Kloster- und das Kuppelgewölbe.

Wie früher nachgewiesen, bildet sich durch die Durchdringung der Tonnengewölbe außer dem Kreuzgewölbe das Klostergewölbe. Letzteres unterscheidet sich vom ersteren hauptsächlich dadurch, daß es auf allen Seiten Widerlager verlangt, während das Kreuzgewölbe nur auf den Ecken Widerlagspfeiler nöthig hat. Fig. 309 und 310 stellen ein Klostergewölbe im Grundriß und Durchschnitt dar.

Fig. 309. Fig. 310.



Der Querschnitt AB bildet gewöhnlich einen Halbkreis, so daß die Grate eod und cob Ellipsen werden.

Die Steinschichten sind einen halben Stein stark und laufen parallel mit den Umfassungsmauern. Die Hintermauerung geht wie bei den Tonnengewölben bis zu zwei Drittel der Höhe des Gewölbes hinauf.

Da hier alle vier Umfassungsmauern einen gleichen Seitendruck wie bei den Tonnengewölben auszuhalten haben, so bestimmt man ihre Stärke ähnlich wie bei denselben. Sie können aber etwas schwächer gemacht werden, da hier nur die halbe Last des entsprechenden Tonnengewölbes gegen je eine Widerlagsmauer drückt. Es ist noch zu bemerken, daß die Grate hier nicht verstärkt wie bei den Kreuzgewölben, eingespannt werden, sondern nur scharfe Kanten bilden, welche meistens ebenfalls nicht stärker als ein halber Stein sind.

Man kann sich dergleichen Klostergewölbe auch über beliebig vieleckige Räume denken, wo alsdann eben so viel dreieckige Walme entstehen, als das Vieleck Seiten hat.

Sollen Klostergewölbe zu Kellerwölbungen verwendet werden, so erzeugen sie dieselben Unbequemlichkeiten, wie die Tonnengewölbe, daß man nämlich keine senkrechten Wände hat, was hierbei noch mehr eintritt, da alle Kappen nach der Mitte sich zusammenneigen. Kreuzkappen sind daher immer vorzuziehen.

Häufig findet man derartige Gewölbe achteckig, namentlich auf den Vierungen romanischer Dome ausgeführt.

Denkt man sich anstatt der acht Seiten eine unendlich vieleckige Grundform, d. h. einen Kreis, so entsteht:

Das Kuppelgewölbe. Setzt man auf einen kreisrunden Unterbau (Fig. 311) ein hohles halbkugelförmiges Gewölbe (Fig. 312), so laufen die Schichten dieses Gewölbes concentrisch mit dem Unterbau, werden nach dem Scheitel des Gewölbes zu immer kleiner, bis ein einziger Schlußstein das Ganze schließt. Die sämmtlichen Fugenschnitte gehen verlängert nach dem Mittelpunkte der Halbkugel, und der Schlußstein bildet einen abgestumpften Kegel, welcher oben und unten durch ein Stück der Kugelfläche begrenzt wird.

Fig. 311.

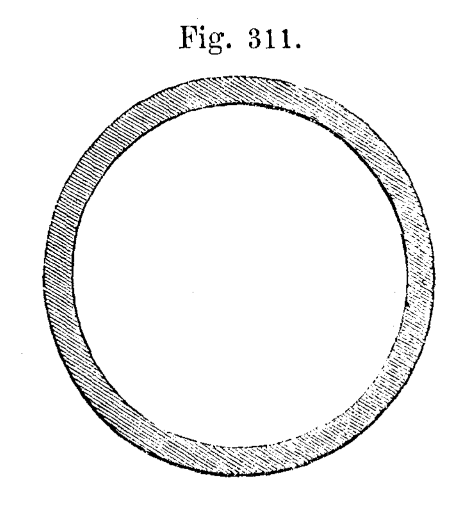
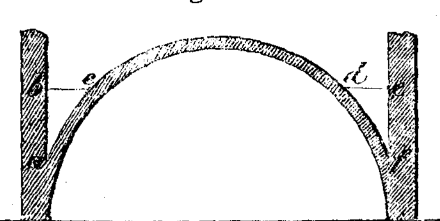


Fig. 312.



Man übersieht leicht, daß erforderlichen Falles anstatt des Halbkreises auch ein anderes Liniensystem sowohl für den Grundriß als den Durchschnitt gewählt werden kann, z. B. eine Ellipse.

Wird die Kuppel aus gebrannten Mauersteinen gewölbt, so kann man dieselbe bis zu 6^{m} Weite $^{1}/_{2}$ Stein stark machen, doch muß man dann für die oberen Gewölbringe halbe Steine verwenden. Bei größeren Weiten muß mindestens das untere Drittel 1 Stein stark werden. In beiden Fällen ist jedoch die Kuppel nicht mehr feuersicher, sondern wird bei einem Brande von dem zusammenstürzenden Gebälk ganz oder theilweise durchgeschlagen, weshalb man selbst bei geringerm Durchmesser die Kuppel durchweg einen ganzen Stein stark macht. Der Schlußstein wird aus einem Stück Haustein gebildet, oder eigens geformt und gebrannt.

Da die einzelnen Steinschichten immer in sich selbst rund und in wagerechter Ebene abschließen, so kann man auch, wenn man will, mit jeder Schicht das Gewölbe aufhören und eine beliebig große Oeffnung lassen (Lichtöffnung oder Nabel der Kuppel). Diese Eigenthümlichkeit macht die Kuppelgewölbe besonders geschickt zu solchen Anlagen, wo man dergleichen Oeffnungen wünscht, z. B. zu Oberlichtern in Kirchen, Treppenhäusern oder zu Aufziehöffnungen in gewölbten Magazinen ꝛc. Die Füße des Gewölbes erhalten ringsum eine Hintermauerung, wie in Fig. 312 bei abc und def angedeutet ist. Um die Mauern nicht zu schwächen ist es zweckmäßig, die unteren Schichten bei af durch horizontal vorgekragte Schichten herzustellen.

Da außerdem ein Gewölbe um so weniger auf seine Widerlager drückt und schiebt, je leichter es ist, so pflegt man Kuppeln, welche aus Haustein, Mauerstein oder Gußmörtel construirt sind, nach dem Vorbilde der Römer mit Vertiefungen reihenweise auszuhöhlen und dadurch zu erleichtern. Diese Aushöhlungen des Gewölbes nennt man Cassetten. Sie bekommen gewöhnlich eine viereckige Umrißform und werden nach der Dicke des Gewölbes hin schmaler, so daß jede einzelne eine abgestumpfte vierseitige Pyramide bildet, deren größere Fläche an der Unterfläche des Gewölbes liegt. Solcher Cassetten ordnet man mehrere Reihen übereinander an, so daß sie nach oben immer kleiner werden. Zwischen diesen Cassetten, sowohl der Breite als der Höhe nach, bleiben sogenannte Stege stehen, welche die volle Gewölbestärke erhalten und etwa den dritten Theil der Cassette breit sind. Der Schub einer Kuppel im runden Raume ist auf allen Punkten der Umfassungsmauern gleich groß.

Der oberste Theil der Kuppeln bildet einen sehr flachen Bogen, wie wir bereits (§. 43, 4) bemerkten, und diese geringe Steigung ist

Ursache, daß man bei sehr großen Kuppeln den ganzen oberen Theil offen läßt und nur mit einem Kranze abschließt.

Dergleichen Kränze bildet man bei großen Kuppeln von Hausteinen, bei solchen, die von Ziegeln gewölbt sind und dem gewöhnlichen Gebrauche dienen, macht man den Kranz zum Schutze des Gewölbes von Eichenkernholz.

Sofern die Kuppeln über sehr weite Räume gespannt werden, so wendet man wenigstens zu dem oberen Drittel leichte Steine an, welche unter andern dadurch erhalten werden, daß man die Thonmasse vor dem Brennen mit vegetabilischen Stoffen mischt, die beim Brennen zerstört werden; solche Stoffe sind: Holz- und Steinkohle, Stroh 2c. (siehe §. 15 g). Eine andere Art der leichten Steine waren die §. 15 h erwähnten viereckigen hohlen Steine, jedoch werden bei Kuppelwölbungen gewöhnlich die cylindrischen hohlen Steine (Töpfe) angewendet, die bei den Topfgewölben §. 53 näher besprochen werden.

Eine Kuppel erfordert etwa nur den achten Theil ihres Durchmessers zum Widerlager, wobei sich von selbst versteht, daß mit der Höhe des Unterbaues auch die Stärke des Widerlagers wachsen muß.

Ein wesentlicher Vortheil der Kuppelwölbung ist noch, daß man dabei keine Verschalung zu ihrer Wölbung braucht (ausgenommen wenn sie von Gußwerk ist). Man stellt nur kreuzweise zwei Lehrbogen auf, um die Richtung nicht zu verfehlen, und wölbt das Ganze aus freier Hand nach Lehren, die im Mittelpunkt der Kugel befestigt und um demselben drehbar sind.

Fig. 313.

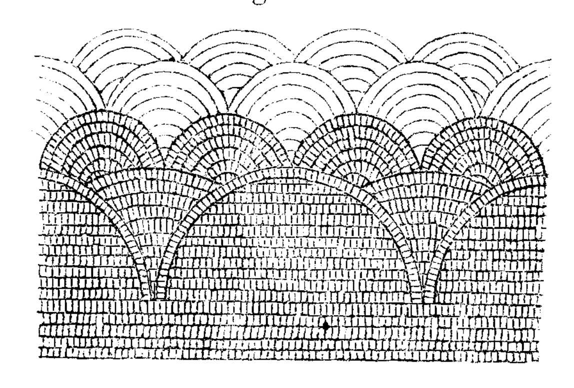


Fig. 313 zeigt die Anordnung einer achteckigen Kuppelwölbung von Backsteinen, wie sie im Jupitertempel zu Spalatro im Palaste des Kaisers Diocletian angewendet wurde. Aus dieser fächerartigen Verbindung ergiebt sich eine große Festigkeit der Construktion.

Soll eine runde Kuppel über einem eckigen Raume errichtet werden, so können zwei Fälle eintreten:

1) Man denkt sich über dem umschriebenen Kreis der Grundrißfigur eine Halbkugel errichtet, und durch senkrechte Ebenen die über die Grundrißfigur hinausfallenden Stücke abgeschnitten.

Beispiel. Fig. 314 zeigt den quadraten Grundriß eines Kuppelgewölbes. Ueber AabBcd denke man sich eine Kuppel gewölbt und durch senkrechte Ebenen über ab, bc, cd und ca die außenliegenden Stücke Aad u. s. w. abgeschnitten. Im Querschnitt Fig. 315 zeigt sich die Kämpferlinie aob als Halbkreis, die Durchschnittsfläche des Kuppelgewölbes als Kreisabschnitt oxo. Der Diagonalschnitt Fig. 316 zeigt als Gewölbedurchschnitt den ganzen Halbkreis axc und die beiden Kämpferlinien aob und boc in dieser Projection als Ellipsen.

Fig. 314. Fig. 315.

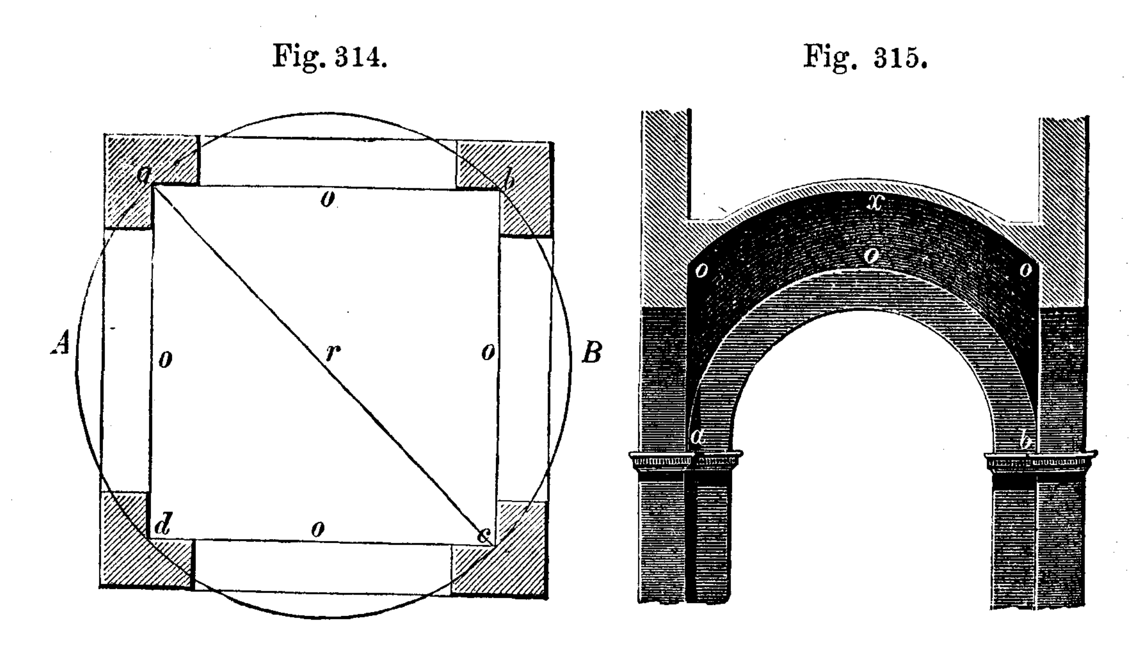
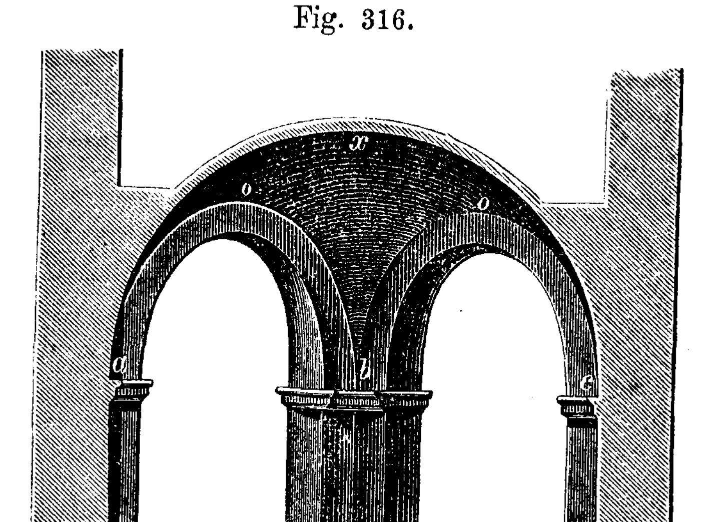


Fig. 316.



2) Man denkt sich über dem inbeschriebenen Kreise der Grundrißfigur eine Halbkugel errichtet und die dadurch nicht überdeckten Ecken durch besondere kleinere Gewölbe, sogenannte Zwickel oder Pendentifs ausgefüllt.

Beispiel. Fig. 317 zeigt den quadraten Grundriß des Kuppelgewölbes abcd, efgh bildet den Grundkreis der oberen Kuppel, aeh, ebf, fdg, gch die vier Zwickel oder Pendentifs. Im Querschnitt Fig. 318 kann hob einen Halbkreis, einen gedrückten oder überhöhten Bogen bilden, ebenso kann die Kämpferlinie aeb, welche durch die Pendentifs gebildet wird, einen Halbkreis, einen flachen Bogen oder Spitzbogen bilden. Das Gewölbe wird um so fester werden, je steiler die Pendentifs ausladen.

Fig. 317.

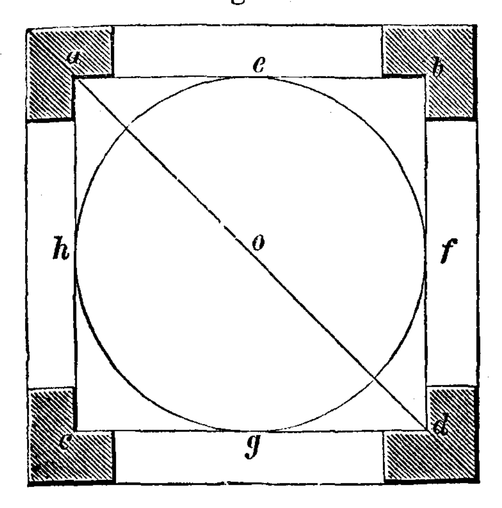


Fig. 318.

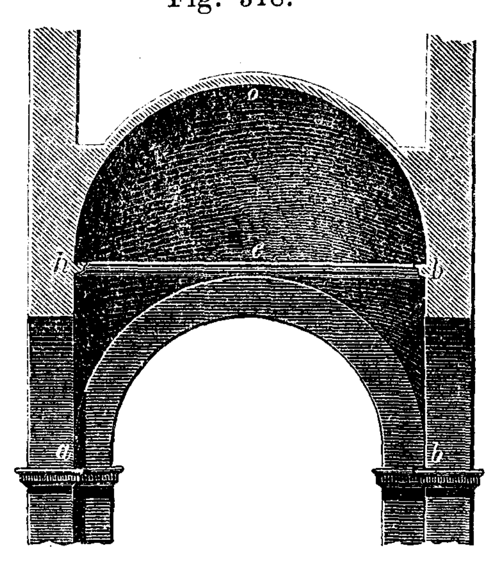
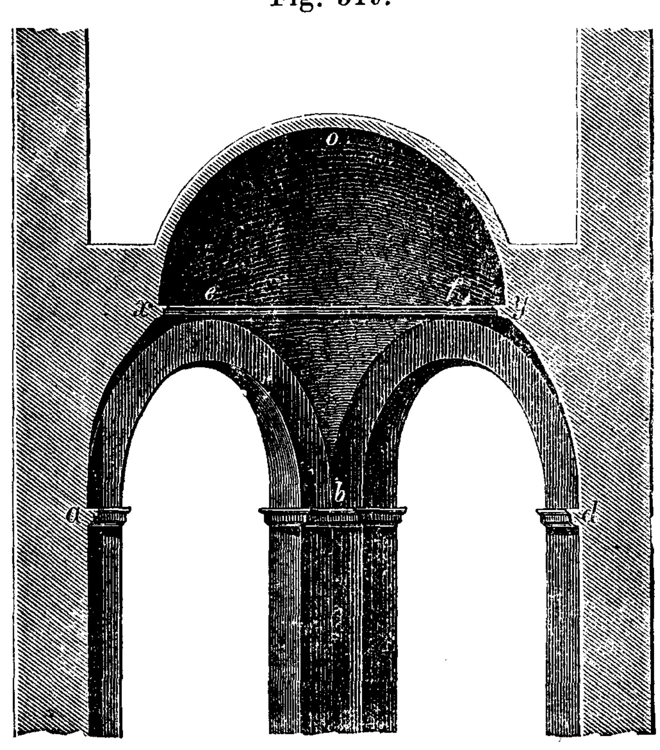


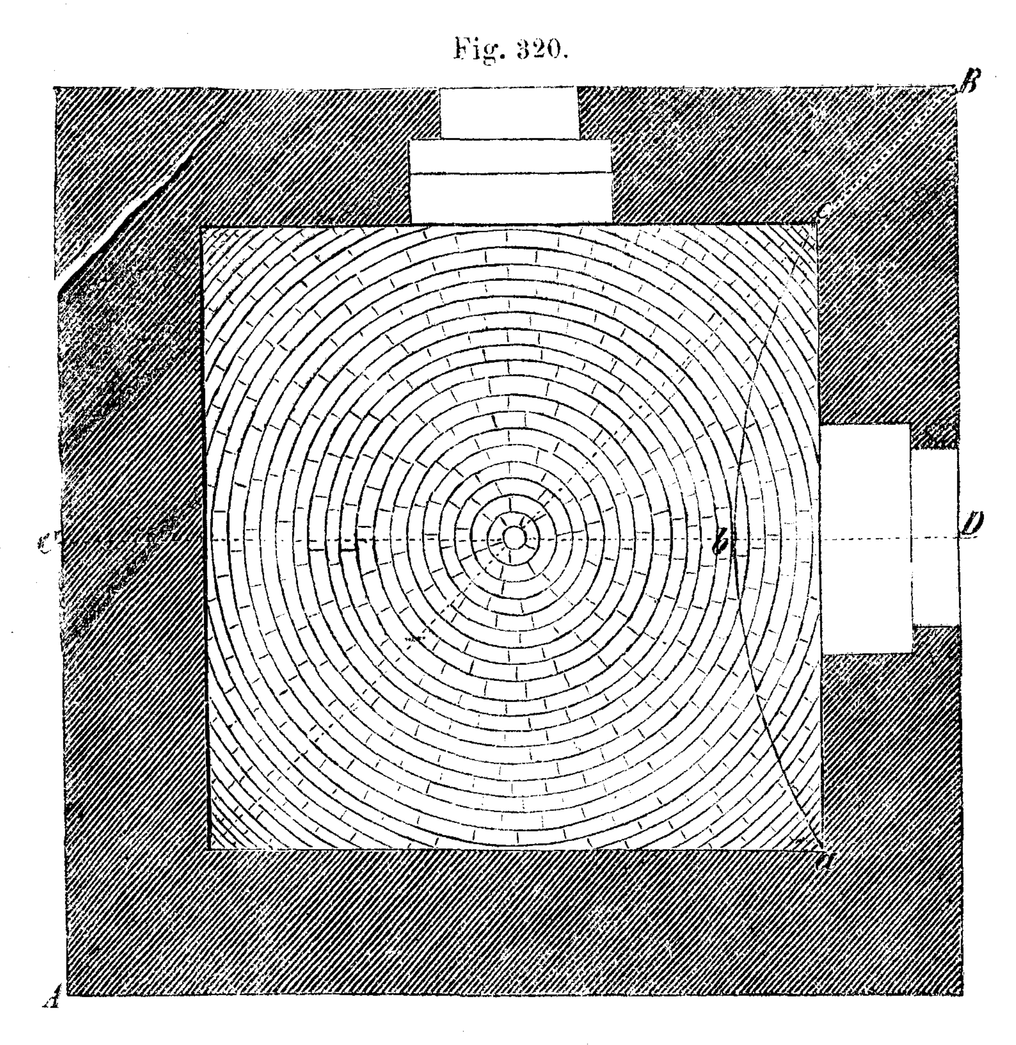
Fig. 319.



Der Diagonalschnitt Fig. 319 zeigt zunächst xoy congruent mit hob in voriger Figur, ferner die Ellipsen aeb und bfd. Besonders auffallend sind hier aber die vorspringenden Winkel x und y, welche nur durch die Horizontalspannung des Kreises hefg im Gleichgewicht erhalten werden.

Fig. 320 zeigt die Lage der Schichten eines Kuppelgewölbes nach dem umschriebenen Kreise im Grundriß, wobei man den Stichbogen abc wegzudenken hat. Ebenso wie beim Kreuzgewölbe kann man

Fig. 320.

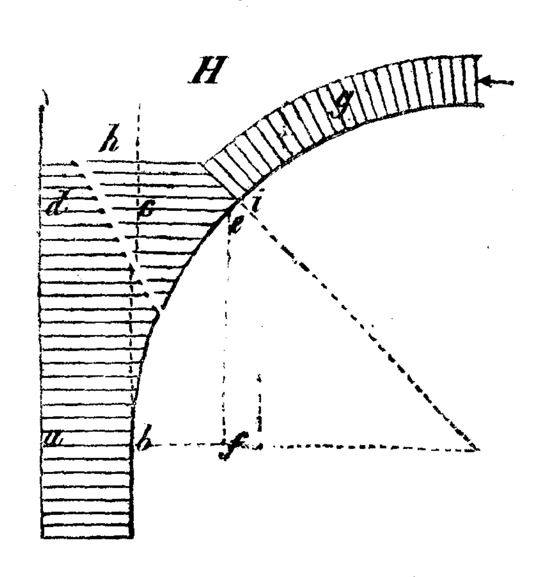


auch hier die vier Widerlagsmauern durch Gurtbogen ersetzen, namentlich wenn sich das Gewölbe fortsetzt, und hat alsdann in den vier Ecken nur Pfeiler nöthig. Den stärksten Seitenschub haben die vier Ecken zu erleiden, da die Bogen über den Diagonalen des Vierecks am größten sind. Will man diese Ecken bedeutend verstärken, so führt man die Zwickel nicht wie Fig. 320 aus, sondern man legt entweder in den Ecken Werksteine ein, deren Stirnfläche nach der Gewölbleibung überkragt oder man mauert diese Zwickel bis über die Bogenlinie

hinaus, horizontal vor, und erhält alsdann in der Richtung der Diagonale ac eine bedeutende Verstärkung der Widerlager, wie Fig. 321 H verdeutlicht.

Die Kuppeln im viereckigen Raume brauchen ebenfalls keine Verschalung, sondern nur zwei über Eck gestellte Lehrbogen, und was sonst noch bei der Kuppel im runden Raume erwähnt wurde, gilt auch hier.

Fig. 321.



Will man die Widerlagsstärke ermitteln, wenn die Zwickel nicht durch horizontales Vormauern, sondern wie Fig. 320 mit centrischen Schichten ausgeführt werden, so muß es nach der Länge der Diagonale geschehen, für welche man einen darauf errichteten Halbkreis als Bogen annimmt. Gewöhnlich nimmt man $1/5$ der Länge der Diagonale als Länge einer der quadratischen Eckpfeiler.

Die große Bequemlichkeit bei baulichen Anordnungen, welche die Kuppel im viereckigen Raume zuläßt, hat diese Art von Gewölben sehr vielfältig in Anwendung kommen lassen.

Was ihre Festigkeit betrifft, so steht sie mit der Kuppel im runden Raume gleich und sind beide bei 1 Stein Stärke und gänzlich geschlossener Wölbung feuersicher; auch hat man beide Arten in den größten Abmessungen angewendet.

Eben so kann man sich Kuppelgewölbe über vieleckigen, wie über viereckigen Räumen errichtet denken. Wäre z. B. die Grundform ein Achteck und die Kuppel sollte eine Halbkugel werden, so würde sie 8 Zwickel bekommen, und der im Achteck beschriebene Kreis würde die Größe des Kugelabschnittes andeuten, welche auf dem achteckigen Grundrisse so ruhte, daß er die Mittelpunkte aller Seiten des Achtecks berührte.

Der Schub der Kuppel über vieleckigen Räumen geht nach den Ecken des Vielecks, also dürfen nur diese stark genug sein, um ihm zu widerstehen.

Alle Kuppelgewölbe erhalten Hintermauerungen.

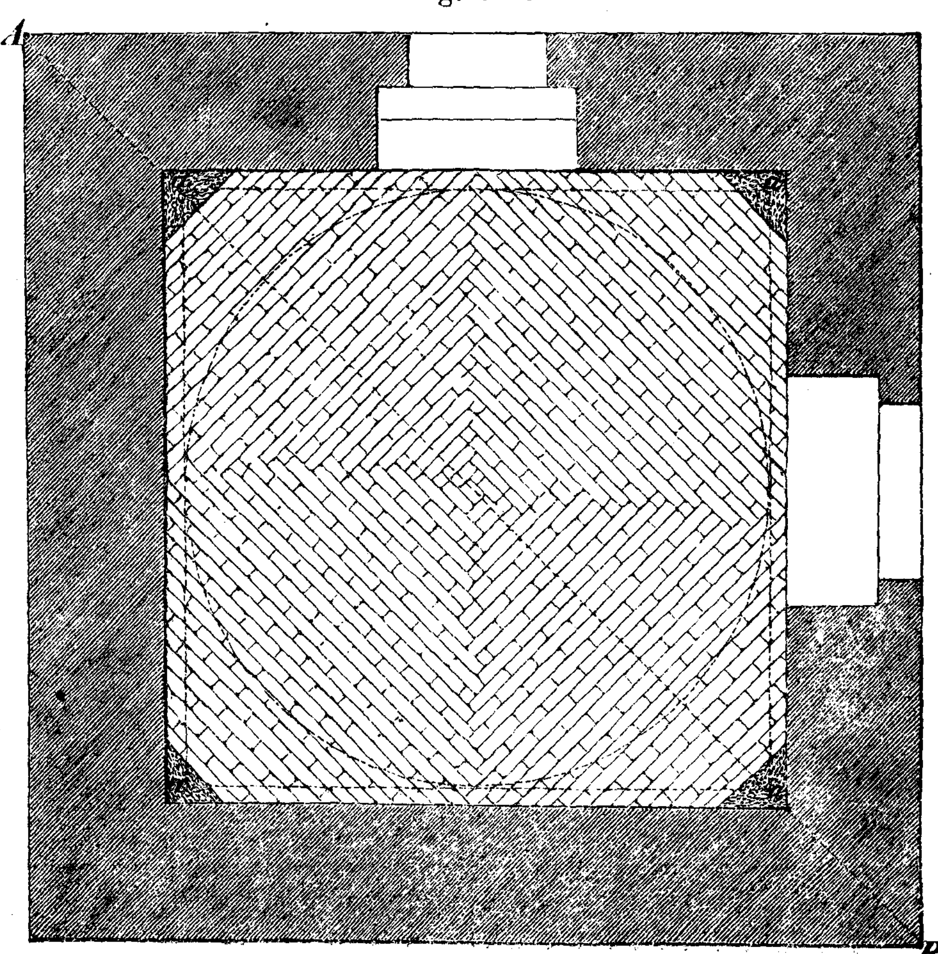
Bildet die Wölbung ein Viertheil Kugelgewölbe (also eine halbe Kuppel), so nennt man sie ein Nischengewölbe.

§. 50. Das böhmische Kappengewölbe.

1) Das System ist ganz gleich, wie das bei der Kuppel im viereckigen Raume (§. 49), nur mit dem Unterschiede, daß der über der Diagonale des Quadrats errichtete Bogen kein Halbkreis, sondern nur ein Stück Kreisbogen, kleiner als ein Halbkreis ist (ein Stichbogen). Hieraus ergeben sich für die 4 Bogen an den Stirnmauern ebenfalls nur Stichbogen (nicht Halbkreise), und das Ganze bildet einen in vier kurze Zwickel auslaufenden hohlen Kugelausschnitt.

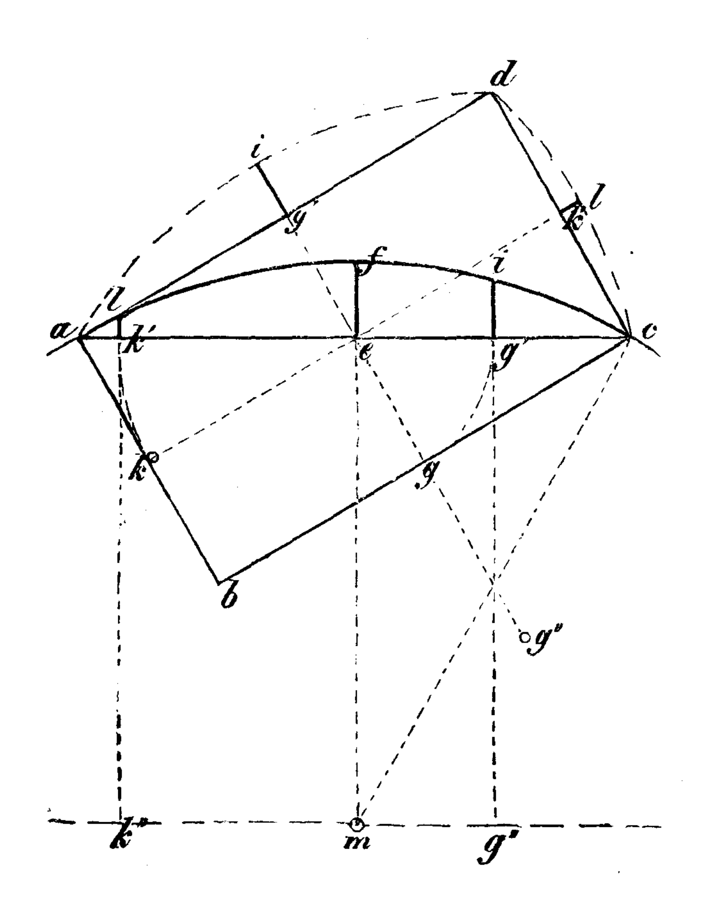
Man wendet oft die böhmischen Kappen statt der gewöhnlichen (preußischen) an, weil bei ersteren die Widerlager sich den Gurtbogen mehr anschmiegen, also nicht horizontal laufen; ferner weil die böhmische Kappe bei derselben Pfeilhöhe eine größere Festigkeit hat, also über etwas weitere Räume gespannt werden kann und endlich weil man keine Verschalung braucht. Sie wird einen halben Stein stark und ähnlich wie die gewöhnliche Kappe im Schwalbenschwanz gewölbt. Fig. 322 zeigt den Grundriß mit dem Gewölbe von oben gesehen,

Fig. 322.



wobei man die punktirten Linien wegzudenken hat. Zu ihrer Anfertigung bedarf man, wie bei der Kuppel im viereckigen Raum, nur zweier Lehrbögen, die nach der Diagonale des Raumes gestellt und in der Mitte durch einen Mönch unterstützt werden. Um jedoch die Widerlager der Kappen an den Stirnmauern oder Gurtbögen anlegen und beim Wölben noch eine sichere Lehre zu haben, sind auch für die 4 Widerlagsmauern Lehrbögen (aus einem einfachen Brett) nöthig. Um diese zu erhalten, verfährt man folgendermaßen. Es sei in Fig. 320 abcd der rechteckige, zu überwölbende Raum; ac die Diagonale, ef die Höhe des Diagonalbogens, etwa $^1/_8$ bis höchstens $^1/_{12}$ der Spannweite, so erhält man nach §. 41. 2 in m den Mittelpunkt des Bogens über der Diagonale ac. Um den Bogen für die Seite ad oder bc

Fig. 323.



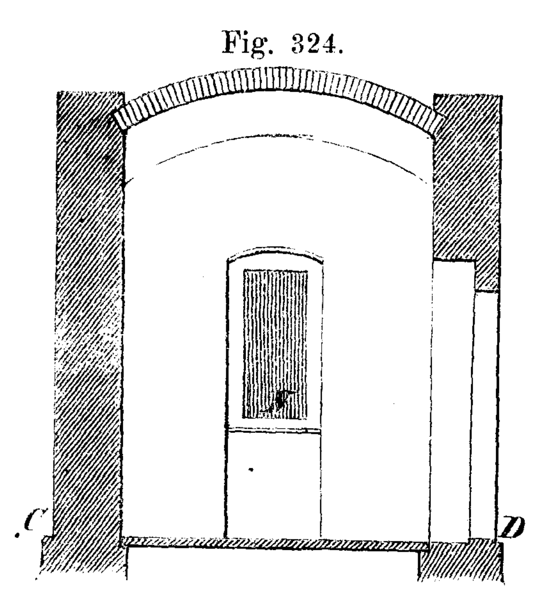
zu bestimmen, macht man $eg' = eg = {}^1/_2 ab$, so ist g'i die Bogenhöhe, ig″ der Radius; bc oder ad die Sehne des Bogens, wonach es leicht ist (nach § 41. 2) den Bogen aid zu zeichnen.

Um den Bogen für die Seite ab zu erhalten, macht man $ek' = ek = {}^1/_2 bc$, so ist k'l die Bogenhöhe und lk″ der Radius für den

Bogen über a b und für den Bogen d l c. Wäre a b c d ein Quadrat, so würde der Radius $ig'' = lk''$, überhaupt die 4 Bogen der Stirnmauern einander gleich.

Nachdem man also mit Hülfe dieser Lehrbogen die Rinnen an den Widerlagern ausgehauen und die Diagonallehrbogen, wie bemerkt, gestellt hat, beginnt man mit dem Wölben. Kann man Schnittsteine in die Ecken legen, oder mauert man die Widerlager 15 bis 23^{zm} vor, wie §. 44 beschrieben, so ist dies immer sehr zweckmäßig; sonst beginnt man in den Ecken, wie bei dem gewöhnlichen (preußischen) Kappengewölbe, nur daß man hier, wie bei der Kuppel im viereckigen Raum die Lehrbogen blos zur Lehre braucht, ohne die Steine darauf aufzusetzen, weil hier nicht wie beim Kreuzgewölbe ein vorspringender Grat, welcher Kappen zu tragen hat, sondern eine zurückliegende Wölbung vorhanden ist (ähnlich wie bei den, zu Rauchmänteln angewandten Klostergewölben). Fig. 323 verdeutlicht den Querdurchschnitt und Fig. 324 den Diagonaldurchschnitt eines böhmischen Kappengewölbes im halben Maßstab des Grundrisses, wobei jedoch die Pfeilhöhe etwas größer genommen ist als $^1/_8$ der Spannweite. Fig. 325 zeigt den Durchschnitt eines sehr flachen, der böhmischen Kappe ganz ähnlichen Gewölbes nach der Diagonale AB Fig. 322, jedoch im halben Maßstab.

Fig. 324.



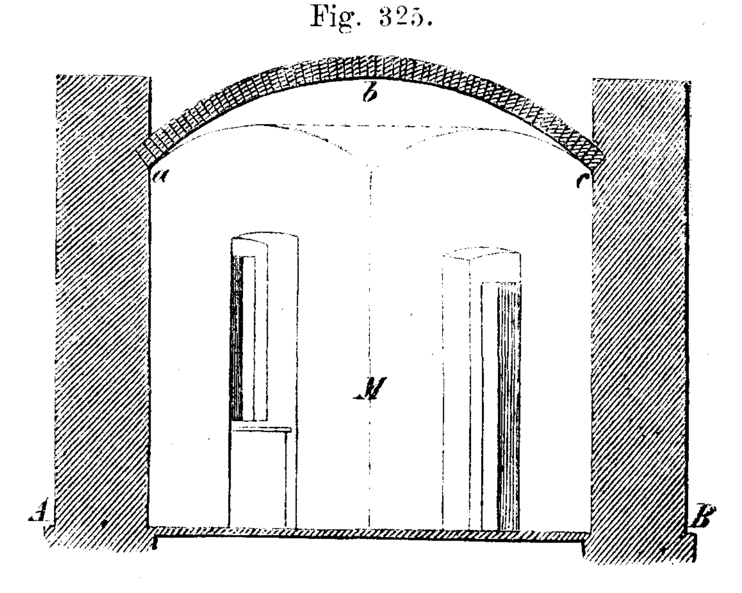
Was die Spannweite anlangt, welche man den böhmischen Kappen von $^1/_{10}$ Pfeilhöhe giebt, so ist es gut, nicht über 3^m, höchstens 4^m hinaus zu gehen, namentlich wenn der Raum nicht quadratisch, sondern länglich ist. Es ist dabei noch zu empfehlen, Räume, welche länger als die eineinhalbfache Breite sind, durch Gurtbogen zu theilen und dadurch kleinere Gewölbefelder herzustellen; da die böhmische Kappe, wie die gewöhnliche Kreuzkappe, um so größere Festigkeit hat, je mehr sich der Raum einem quadratischen nähert. Was die Widerlagsstärke anlangt, so geht der Schub des Gewölbes hauptsächlich nach den Ecken und es kommt daher besonders darauf an, diese zu sichern; dazu macht man die Mauern an den Ecken nicht unter $^1/_6$ der Diagonale des zu überwölbenden Raumes

stark; andernfalls, wenn die Widerlager schwächer wären, müßte man sie wenigstens durch horizontales Vermauern (§. 44) so weit verstärken. Hierbei ist immer vorausgesetzt, daß die böhmischen Kappen $\frac{1}{2}$ Stein stark auf den Schwalbenschwanz gewölbt werden und oben nur wenig stärkere Belastung erhalten, als sie für gewöhnliche Kappen zulässig sind.

Zwischenmauern oder Gurtbögen nebst ihren Pfeilern, welche den Schub von 2 oder mehr symmetrisch angeordneten Kappengewölben und somit blos senkrechten Druck erhalten, brauchen nur so stark zu sein, um diesem zu widerstehen und dazu macht man die Gurtbogen 1 Stein stark und $1\frac{1}{2}$ Stein breit. Die Pfeiler macht man $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{9}$ der Spannweite stark und überkragt so lange, bis die Gurtbogen in ihrer vollen Stärke angelegt werden können. Vergl. §. 44.

2) Bei größeren Spannweiten als 3—4^{m} und wenn man den Raum nicht zweckmäßig durch Gurtbogen theilen kann, giebt man dem Gewölbe gern mehr Pfeilhöhe als $\frac{1}{10}$ und obwohl man solche Gewölbe auch noch böhmische Kappen zu nennen pflegt, so nähern sie sich doch mehr der Kuppel im viereckigen Raum und werden dann wie diese nicht auf den Schwalbenschwanz, sondern mit centrischen Schichten gewölbt. Fig. 326 stellt den Grundriß, Fig. 324 den Querschnitt nach CD des Grundrisses und Fig. 325 den Diagonalschnitt vor. In Fig. 325 ist M der Mittelpunkt für den über der Diagonale

Fig. 325.



beschriebenen Bogen abc; in Fig. 324 ist N der Mittelpunkt für einen der vier Bogen an den Stirnmauern. Im Grundriß ist einer dieser Bogen abc über der Linie ac gezeichnet. Will man in einem

Grundriß angeben, daß das Gewölbe ein böhmisches Kappengewölbe sein soll, so muß man über allen 4 innern Linien der Stirnmauer solche Bogen wie a b c ziehen.

In Schlesien hat man an einigen Orten für diese Gewölbe eigens geformte Steine, welche 23 zm lang, 23 zm breit und 6 zm stark sind.

Die Ausführung dieser Gewölbe ist im Uebrigen so, wie sie bei der Kuppel im viereckigen Raum und unter 1) dieses Paragraphen beschrieben worden, sowohl hinsichtlich der Bestimmung der Lehrbogen, wie auch hinsichtlich des Wölbens. Bei länglichen Räumen bilden die Schichten keine Kreise, sondern Ellipsen.

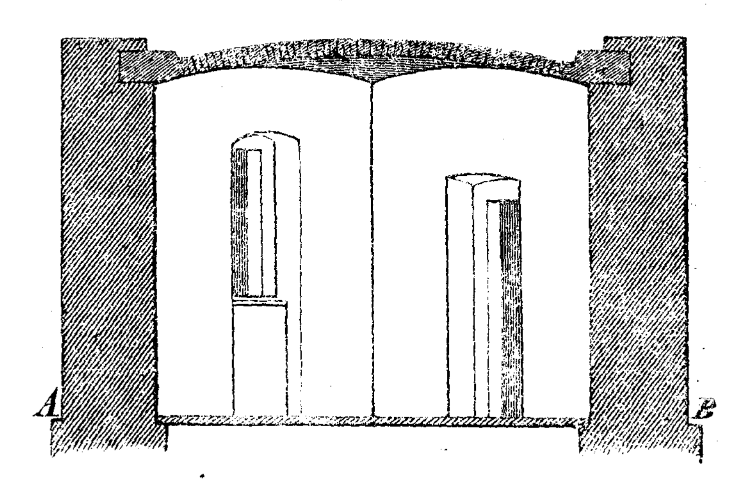
Man braucht die Lehrbogen blos zur Lehre, aber nicht zur Unterstützung des Gewölbes und kann, wie bei der Kuppel, mit jeder Schicht, da sie in sich geschlossen ist, aufhören, also eine beliebig große Oeffnung belassen und durch einen Kranz aus Eichenholz schließen. Diese Gewölbe sind um so feuersicherer, je mehr sich ihre Diagonalbogen einem Halbkreis, also je mehr sie sich einer Kuppel nähern. Sie sind leichter auszuführen als die Kreuzgewölbe und empfehlen sich daher zu öfterer Anwendung; nur ist zu bedauern, daß die Maurer auf dem Lande oft beide Arten nicht anfertigen können, woher es kommen mag, daß die böhmischen Gewölbe namentlich im Norden von Deutschland noch selten sind. Andererseits kann das Kreuzgewölbe bei 13 zm starken Kappen und schwächeren Widerlagern recht gut über 5 m weite Räume gespannt werden und gewährt ein besseres Aussehen, weshalb man dasselbe da, wo man hinreichende Höhe hat, dem böhmischen Gewölbe vorzieht; auch hat außerdem die böhmische Kappe bei Stallgewölben, überhaupt da, wo sich Dunst entwickelt, den Nachtheil, daß sich derselbe darin ansammelt und weniger leicht fortgeschafft werden kann, als bei der Kreuzkappe.

3) Die Figur 326 zeigt ein ganz flaches Gewölbe. Dasselbe ist auf den Schwalbenschwanz in gut bindendem Gyps gewölbt. Seine Leibungsfläche gehört einer größeren Kugelfläche an, als die böhmische Kappe, welche man bei gewöhnlichen Materialien nicht so flach spannt. In den Ecken sind Sandsteinstücke gelegt, wogegen sich die übrigen aus Ziegelsteinen bestehenden Theile des Gewölbes spannen. Die Spannung beträgt auf $2\frac{1}{2}$—$2\frac{3}{4}$ m Durchmesser etwa nur 8 zm, so daß, wenn die untere Ansicht des Gewölbes in der Mitte etwas stärker als nach den Seiten hin geputzt wird, das Gewölbe alsdann wie ein vollkommen scheitrechtes erscheint. Es ist $\frac{1}{2}$ Stein stark.

Diese Gewölbeart ist neuerdings beim Bau des neuen Museums

angewendet worden. Der Lehrbogen dazu bestand aus etwas starken Bohlenstücken, die durch Querleisten verbunden und nach der Form


Fig. 326.



des Gewölbes oberhalb abgerundet waren. Sie wurden beinahe nach Art der sogenannten

4) d'Espié'schen Gewölbe angeordnet. Diese werden aus dünnen Fliesen auf der flachen Seite doppelt über einander gelegt und mit vorzüglich gutem Gypsmörtel aufgeführt. Hauptsächlich sind sie im südlichen Frankreich, wo sich Gyps von besonderer Güte findet, im Gebrauch. Bei uns hat man nicht viel Anwendungen davon gemacht; einmal, weil der hiesige Gyps weniger gut, und dann aber auch weil die Construction nicht geeignet ist, viel Vertrauen auf ihre Festigkeit einzuflößen. Nach der Meinung des Erfinders, eines Grafen d'Espié, können die hölzernen Fußböden gänzlich wegfallen, und statt deren soll ein Gypsestrich über dem Gewölbe angebracht werden. Feuersicher sind diese sehr flachen Gewölbe nicht, weil sie leicht durchgeschlagen werden.

In Bezug auf die Widerlager ist zu bemerken, daß die beinahe scheitrechte Wölbung ein sehr starkes Widerlager erfordern würde, da aber das Gewölbe in augenblicklich bindenden Gyps gelegt wird, das Ganze also sowohl während der Arbeit, als auch nach der Vollendung gleichsam nur einen einzigen Stein ausmacht; so findet so gut wie gar kein Seitenschub statt.

Wie außerordentlich ein schnell bindender Mörtel zur Festigkeit der Wölbungen beiträgt, möge man aus Folgendem sehen. Bei dem Bau des neuen Berliner Museums wurde versuchsweise ein scheitrechter Bogen von ca. 5 m Länge mit nur 4 zm Spannung, einen Stein

hoch und einen Stein breit, zwischen zwei starken Mauern in Cement gewölbt, und unmittelbar nachdem der Schlußstein eingelegt und die Rüstung weggenommen war, ging ein starker Mann über den ganz frei schwebenden scheitrechten Bogen. Bei einer Einwölbung mit gewöhnlichem Kalk wäre dies unmöglich gewesen.

Wählt man Gyps als Mörtel, so ist nur darauf zu sehen, daß das fertige Gewölbe niemals durch Feuchtigkeit leide, weil sonst der Gypp sich auflöst, ausdehnt und Alles einstürzen würde; wohingegen bei Anwendung vorzüglichen Portland-Cementes diese Rücksicht fortfallen würde.

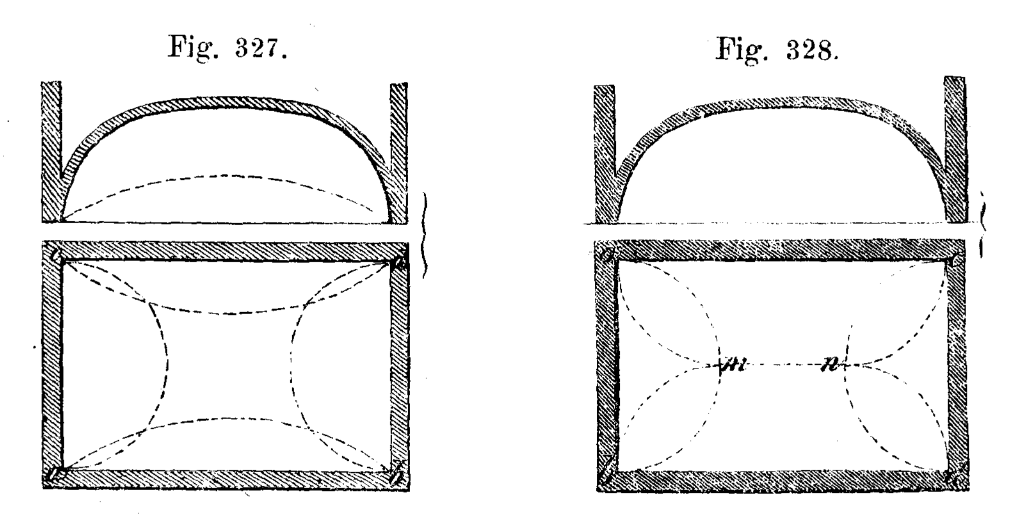
§. 51. Einige weniger übliche Gewölbearten.

Namentlich bei den folgenden Gewölbearten ist es zweckmäßig, den stark ansteigenden Theil des Gewölbes etwa doppelt so stark als den flachen zu machen und die Gewölbeanfänge durch Ueberkragung herzustellen, und so die Widerlager zu verstärken.

1) Das Muldengewölbe Fig. 327. Es ist ein etwas modifizirtes Klostergewölbe mit bogenförmigen Kämpferlinien, wobei sowohl **cd** und **ab** als auch **ac** und **bd** Widerlager werden.

Wenn dabei nach Fig. 328 die Wölbung vom Widerlager **ab** bis zum Widerlager **cd** nicht überspannt, sondern in den Punkten **m** und **n** anschließt, so daß im Scheitel die Linie **mn** eine horizontale Linie bildet, und ebenso **am**, **bm**, **cn**, **dn** als vertiefte Kanten erscheinen, so entsteht ein sogenanntes Walmgewölbe.

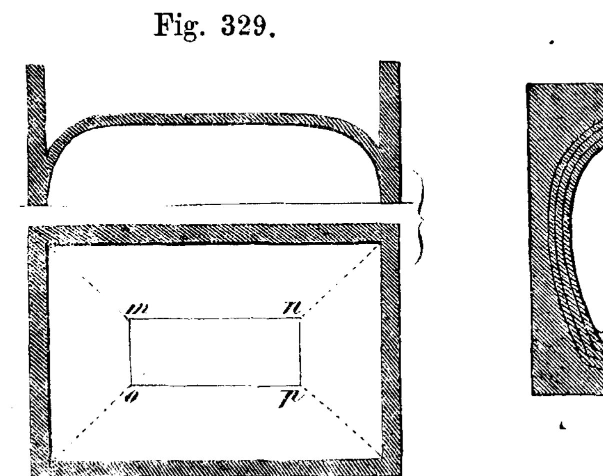
Fig. 327. Fig. 328.

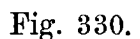


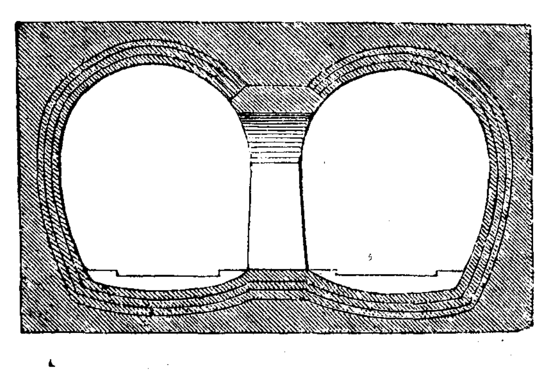
2) Das Spiegelgewölbe (Fig. 329) entsteht in ähnlicher Weise. Von den Umfassungsmauern erheben sich die Wölbungen in Viertelkreisen und schließen in der Mitte das scheitrechte Gewölbe (den Spie-

gel) m n o p ein. Daß diese Gewölbe keine große Standfähigkeit haben, leuchtet ein, besonders darf der Spiegel gewisse Maaße nicht überschreiten, und eine Breite von 2—$2^1/_2$ ^{m} würde das Meiste sein, was man ihm geben könnte. Auch müssen bei dem Spiegelgewölbe Verstärkungsgurte in die Viertelkreisgewölbe eingezogen oder die Gewölbanfänge überkragt werden. Außer in Italien, wo man diese Gewölbe häufig in Guß ausgeführt findet, findet man sie selten anders als in H o l z nachgebildet und ausgeführt. In Stein gewölbt, werden die Steine auf die hohe Kante eingesetzt und in Gyps oder Cement vermauert; der Spiegel hingegen auf den Schwalbenschwanz gegen die Widerlager m n o p eingewölbt. Aehnliche Gewölbe werden besser und in ganz solider Weise durch ein horizontales Tragegerüst von eisernen Trägern mit Stein-Wölbung dazwischen ausgeführt.

Fig. 329.




Fig. 330.



3) Das k r e i s f ö r m i g e G e w ö l b e. Denkt man sich einen halbkreisförmigen Gurtbogen auch nach unten hin in derselben Art geschlossen, so entsteht ein K r e i s g e w ö l b e. Seine Anwendung wird es besonders in folgenden Fällen finden. Erstens bei großen Brücken kann man, um den U n t e r g r u n d g a n z g l e i c h m ä ß i g z u b e l a s t e n, die Bogen kreisförmig einwölben, wie es unter andern bei der noch aus der Römerzeit herstammenden Brücke geschehen ist, die zu Rom unter dem Namen ponte di quatre Lagi bekannt ist.

Ferner kann man von ganzen Kreisgewölben bei Fundamenten der Gebäude Anwendung machen, ganz in derselben Absicht, um den Untergrund gleichmäßig zu belasten, welches bekanntlich bei Halbkreisbogen, die auf einzelnen Pfeilern stehen, nicht der Fall ist, indem alsdann der Untergrund nur auf den Punkten gedrückt wird, wo die einzelnen Pfeiler zu stehen kommen.

Man gewinnt aber durch die erwähnte Kreiswölbung an Festigkeit und spart das Material in den Bogenöffnungen.

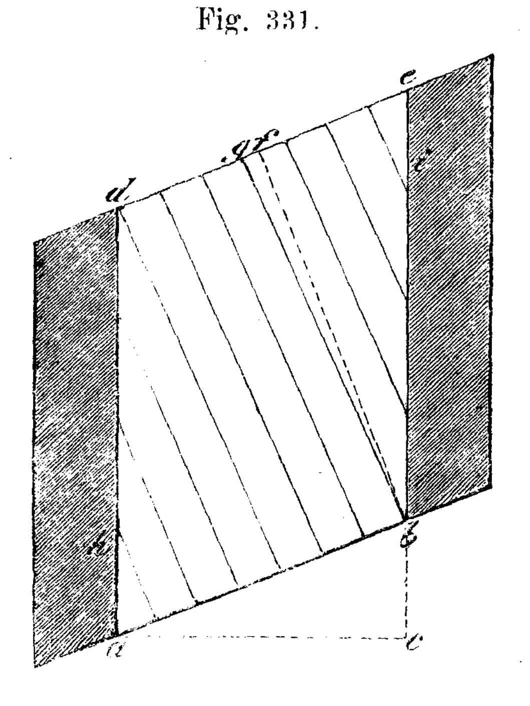
Sind die Fundamentmauern sehr hoch, so kann man den unteren Halbkreis der Gewölbe von dem oberen noch durch zwischengemauerte kurze Pfeiler trennen, wodurch bei beinahe gleicher Festigkeit noch mehr Material gespart wird.

4) Das eiförmige Gewölbe. Es erleidet eine ähnliche Anwendung wie der ganze Kreis.

Die Eiform ist neben der Kugelform eine der festesten, welche es giebt, und bei dem Themsetunnel zu London, welcher gegen 1200 englische Fuß lang ist, hat das Gewölbe eine Stärke von 50^{zm}, und zwar sind drei Ringe, von denen jeder einen halben Ziegel stark ist, einzeln übereinander gewölbt. (Der Passage wegen sind zwei Oeffnungen mit einer durchbrochenen Scheidewand vorhanden.) Vergl. Fig. 330. Bei uns werden die Tunnel drei Ziegel stark und ebenfalls in einzelnen Ringen gewölbt, von denen jeder einen Ziegel dick ist. Die Spitze (gewöhnlich halbkreisförmig) hat den kleinsten Radius und ist immer nach oben, als der Seite des stärksten Druckes gerichtet. Nach diesem Beispiel hat man namentlich bei Eisenbahntunneln die Eiform als Gewölbe vielfach mit großem Vortheil in Anwendung gebracht.

5) Schiefe Gewölbe Sie kommen besonders bei Eisenbahnen (Durchlässen und Brücken) zur Anwendung, wenn der Schienenweg oder die Stromrichtung sich mit der gewöhnlichen Fahrbahn schiefwinklig schneiden. Meistens werden diese Gewölbe aus Haustein ausgeführt, zuweilen jedoch aus Ziegeln. Gewöhnlich ist der Stirnbogen ein Halbreis, oder der rechtwinklige Querschnitt ist halbkreisförmig und dann ist der Stirnbogen elliptisch. Der Einfachheit wegen ist Fig. 331 ein schiefes scheitrechtes Gewölbe im Grundriß gezeichnet.

Fig. 331.



Ist die Länge bc größer als die halbe Länge eines Wölbsteines, so dürfen die Längsfugen der Wölbschichten nicht wie bei dem Tonnen-

gewölbe parallel den Widerlagern laufen. Denn da der Schub sich von jedem Punkte des Gewölbes rechtwinklig auf die Längsfugen nach den Widerlagern fortpflanzt, so würden die Steine bei a, namentlich wenn Erschütterungen stattfinden, herausfallen, da die rechtwinklige Drucklinie ac das Widerlager be nicht mehr trifft; ein Gleiches würde bei e stattfinden und nur in dem Viereck bhdi würden sich die Wölbsteine auf die Dauer halten, die andern hingegen nicht. Um dies zu vermeiden, läßt man die Längsfugen der Wölbschichten, wie in Fig. 331 im Grundriß dargestellt ist, möglichst rechtwinklig zur Stirn ab laufen.

Man theilt auf dem Ortbogen ab und de die Wölbschichten ein und zwar eine ungerade Anzahl gleicher Theile, zieht von b aus rechtwinklig zu ab eine Schnur, welche de in f schneidet. Diese Schnur rückt man nach der zunächstliegenden Fuge, also nach g, so giebt bg die Fugenrichtung an; die anderen Fugen werden parallel mit bg, also rechtwinklig zu ab und de. Ist ein solches Gewölbe sehr lang im Verhältniß zu seiner Breite, so wölbt man den mittleren Theil, wie beim Tonnengewölbe, den vorderen und hinteren aber in der eben beschriebenen Weise.

Ganz ähnlich verfährt man bei schiefen Tonnengewölben. Bei Anwendung von Schnittsteinen wölbt man gewöhnlich nicht auf Schalung, sondern stellt die Lehrbogen etwas näher zusammen, und zwar immer parallel zu ab und de. Nachdem man, wie vorhin, die Fugeneintheilung auf dem Ortbogen gemacht hat (die hier entweder halbkreisförmig oder elliptisch 2c. sind), zieht man horizontal über den Scheitel der Bogen und rechtwinklig zur Stirn eine Schnur wie in vorstehender Figur bf, rückt diese um etwas, so daß ein Punkt der Schnür lothrecht über b, ein anderer lothrecht über dem Fugenpunkt g liegt, dann lothet man von der Schnur auf die zwischen ab und de stehenden Lehrbogen herunter, so giebt eine Linie durch diese Punkte die Längsfugen einer Schicht an; ebenso verfährt man für die anderen Schichten. Die Stoßfugen werden am besten normal zu den Längs- oder Lagerfugen oder parallel zu der Stirn ab.

Wenn es nicht darauf ankommt, daß die Leibungsfläche des Gewölbes eine stetig fortlaufende Fläche sei, dann theilt man das Gewölbe in kleinere Theile; setzt in der Kämpferhöhe für jeden Theil das Widerlager rechtwinklig ab, wodurch es Abtreppungen erhält und wölbt nun lauter einzelne Gurtbogen neben einander. Diese Gurtbogen oder Gewölbringe, auch Zonen genannt, welche zusammen ein

abgetrepptes Gewölbe bilden und den schiefen Raum überdecken, werden nicht mit einander verbunden.

Wird das Gewölbe nicht im vollen Zirkel, sondern etwa im Kreuzzirkel ausgeführt, so macht man die einzelnen Zonenringe etwa 1,5—1,8^{m} breit. (Viaduct bei Waldenburg in Sachsen; Viaduct bei Rheinweiler, vergl. Wiener Bauzeitung 1850 ꝛc.) Ganz in derselben Weise kann man steigende schiefe Gewölbe ausführen, nur daß dann die abgetreppten Widerlager in verschiedenen Höhen, also nicht in derselben Horizontalebene liegen.

§. 52. Das Spitzbogen= oder altdeutsche, auch gothische Gewölbe genannt.

Seine Bogenform besteht aus zwei sich schneidenden Kreisstücken. Fig. 332 zeigt den Grundriß, Fig. 333 den Querdurchschnitt eines

Fig. 332.

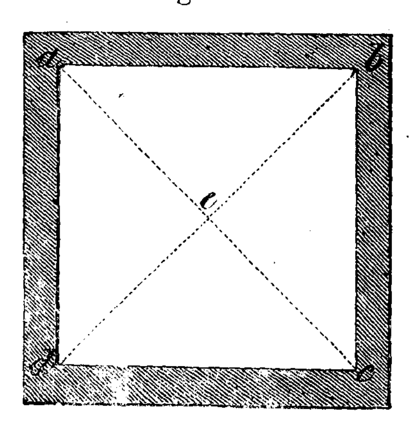
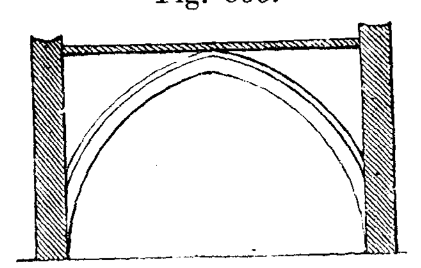


Fig. 333.



solchen Gewölbes. Man sieht hieraus, daß es mit der Kreuzkappe (§. 48) ein ganz gleiches System hat, nur mit dem Unterschiede, daß der Bogen kein Halbkreis, sondern ein Spitzbogen ist.

Der Spitzbogen ist an sich fester als der Halbkreis, weil die Brechungsfuge dem Scheitel des Gewölbes näher rückt.

Der Seitenschub eines solchen Gewölbes ist an sich viel geringer als der eines halbkreisförmigen, und wird um so geringer, je steiler man den Bogen wählt, weshalb die Widerlager verhältnißmäßig bedeutend schwächer werden können, wodurch bedeutende Ersparung entsteht.

Hat man für die Wölbung der Gratbogen Lehrbogen aufgestellt, so können die Kappen aus freier Hand eingewölbt werden, man braucht also kein anderweitiges Lehrgerüst und keine Verschalung.

Der Seitenschub geht hierbei wie bei der Kreuzkappe nach den

Ecken des Gewölbegrundrisses, die Stirn- oder Schildmauern können demnach, da sie keinen Seitenschub auszuhalten haben, entweder ganz fehlen oder sie brauchen nur so stark zu sein, um sich allein tragen zu können, wenn nur die Eckpfeiler stark genug gemacht werden. Man nennt bei dieser Art von Gewölben die Eckpfeiler, wenn sie durch Vorlagen nach außen verstärkt werden, Strebepfeiler, weil sie allein gegen den Seitenschub anstreben.

Die Steilheit der Bogen erlaubt die Stärke der Kappen sehr dünn anzunehmen, und man hat Beispiele, daß in altdeutschen Kirchen die Stärke der Gewölbekappen nur 10^{zm} beträgt. Da die Quergurte und Gratgurte das Ganze stützen und tragen, so werden sie bedeutend stärker als die Kappen und selten unter 31^{zm} stark gemacht; besteht das Gewölbe aus Mauersteinen, so macht man die Kappen gewöhnlich einen halben Stein, und die Gurte und Grate einen ganzen Stein stark.

Es sind dergleichen Gewölbe häufig in Haustein ohne Mörtel, und in gebrannten Mauersteinen mit Mörtel ausgeführt worden, und ihre Kühnheit der Maße, sowie ihre Dauer während nun mehr als 600 Jahren, bürgt gewiß ebenso für die Richtigkeit der dabei angewendeten Theorie, als für die Tüchtigkeit der Ausführung. Nichtsdestoweniger werden diese Gewölbe zu Unterkellerungen gar nicht mehr angewendet, da sie verhältnißmäßig einer zu großen Höhe bedürfen, welche man nicht hergeben kann. Früher wölbte man vielfach auch die Räume oberer Stockwerke in dieser Art und hatte so vollkommen feuersichere Wohngebäude, allein die wohlfeilere Balkendecke hat längst alle Wölbungen dieser Art verdrängt, wenn erstere gleich feuergefährlich und nicht so dauerhaft ist. Indeß ist zu vermuthen, daß in den nächsten Jahrhunderten die Anwendung eiserner Balken mit dazwischen gespannten flachen Kappen aus hohlen Steinen, mehr und mehr stattfinden werde.

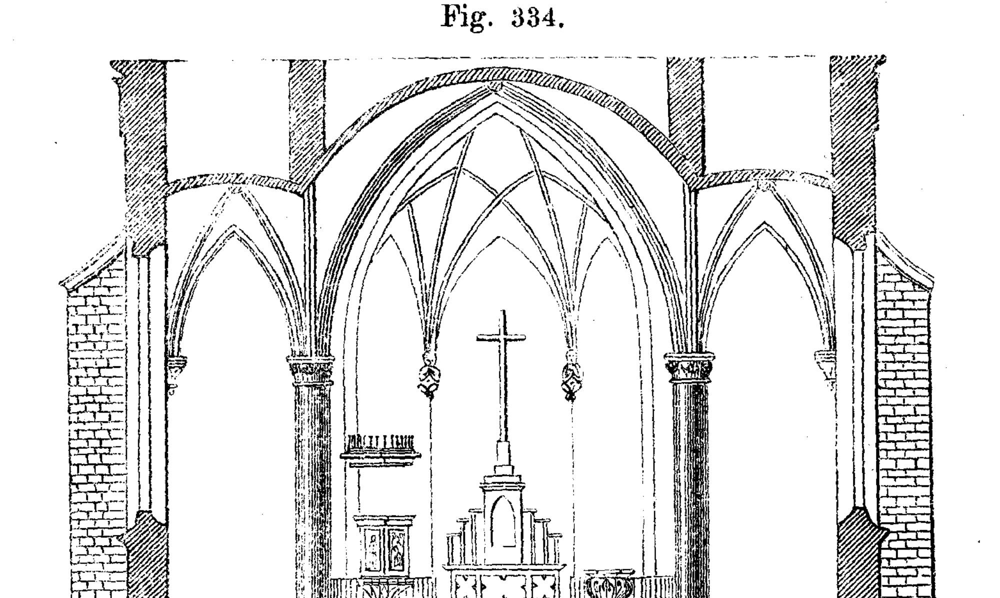
Das spitzbogige Kreuzgewölbe kann in jeder Grundrißform stattfinden; das Quadrat und die regelmäßigen Vielecke sind die bequemsten, aber auch im länglichen Viereck und in unregelmäßigen Vielecken findet es viel leichtere Anwendung als die rundbogige Kreuzkappe (§. 48).

Als Beispiel geben wir (Fig. 334—337) eine kleine Kirche, durch Herrn v. Lassaulx in Treis an der Mosel ausgeführt und mitgetheilt. (Siehe allgemeine Bauzeitung. Wien, Förster. Jahrg. 1836. Nr. 31.) Wir heben einiges die Anordnung Betreffende hier aus:

„Ein genaueres Studium des technischen Theiles dieser (altdeutschen)

Bauart und der Mittel und Wege, ähnliche Arbeiten durch gewöhnliche Handwerker auszuführen, gab Herrn v. Lassaulx die Ueberzeugung, daß mit Benutzung neuerer Werkzeuge und der durch freie Konkurrenz gesteigerten Handfertigkeit unserer Werkleute die Sache im Grunde nicht einmal sonderliche Schwierigkeiten darbiete. Nachdenken und Zufall hatten dabei auf Auffindung der verschollenen Art und Weise geführt, wie die Alten beim Ueberwölben weiter Räume verfuhren, wie es nämlich möglich ist, solche leichte Gewölbe mittelst einer eben so sinnreichen als einfachen Methode ganz aus freier Hand auszuführen, d. h. ohne Einschalung und einzig durch eine leichte Unterstützung der Gewölberippen (Gurte) oder sogenannte Reihungen."

Fig. 334.



Die Grundform dieser Kirche ist die schon im 12. Jahrhundert vorkommende, und im 15. und 16. Jahrhundert allgemein angewandte einer Hallenkirche von drei Schiffen unter einem Dache; sie bildet also ein Oblongum (Rechteck), auf dessen westlicher kürzerer Seite der Thurm um ein Weniges vorspringt, und an dessen östlicher ein mit drei Seiten eines Achtecks geschlossener Chor anstößt.

Chor und Kirche sind massiv, und nur 16 zm dick überwölbt, so wie mit Gräten (Gratbogen) verziert, die in den Kirchenschiffen mit einfachen Quer- und Diagonalrippen auf Tragsteinen und den Säulen

Fig. 335.

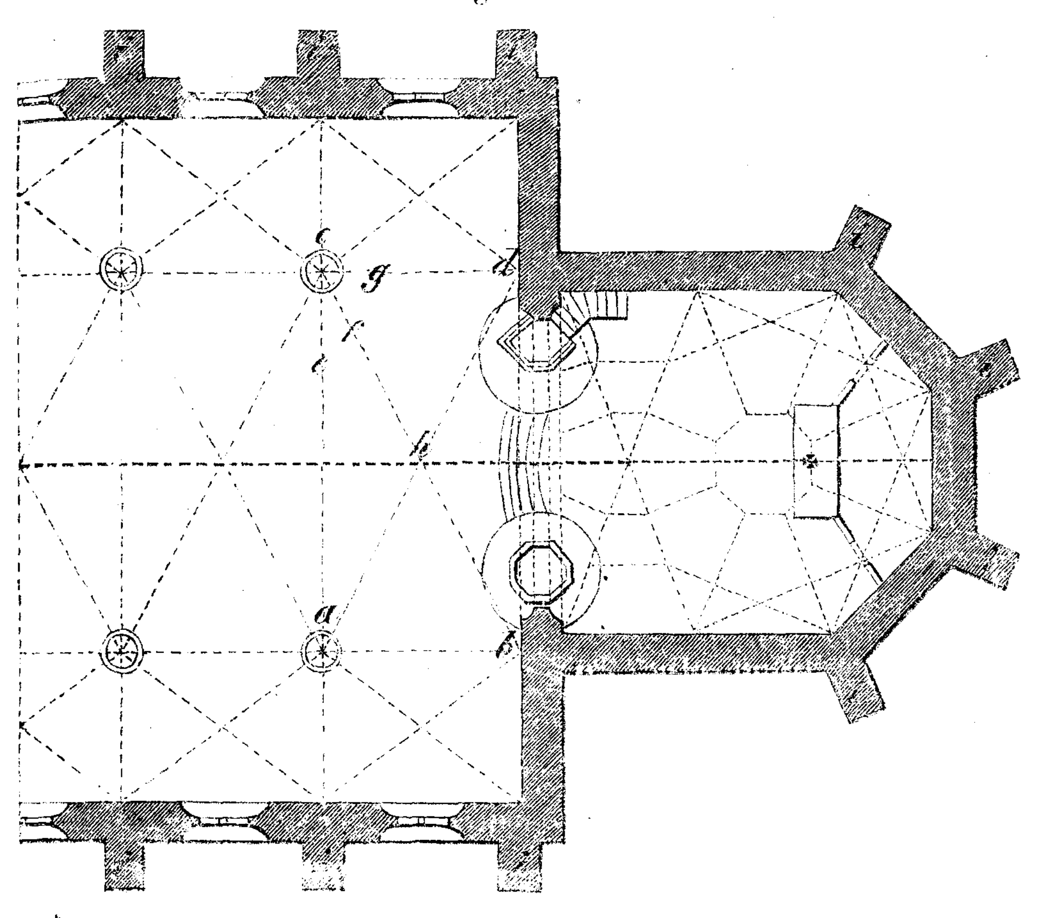
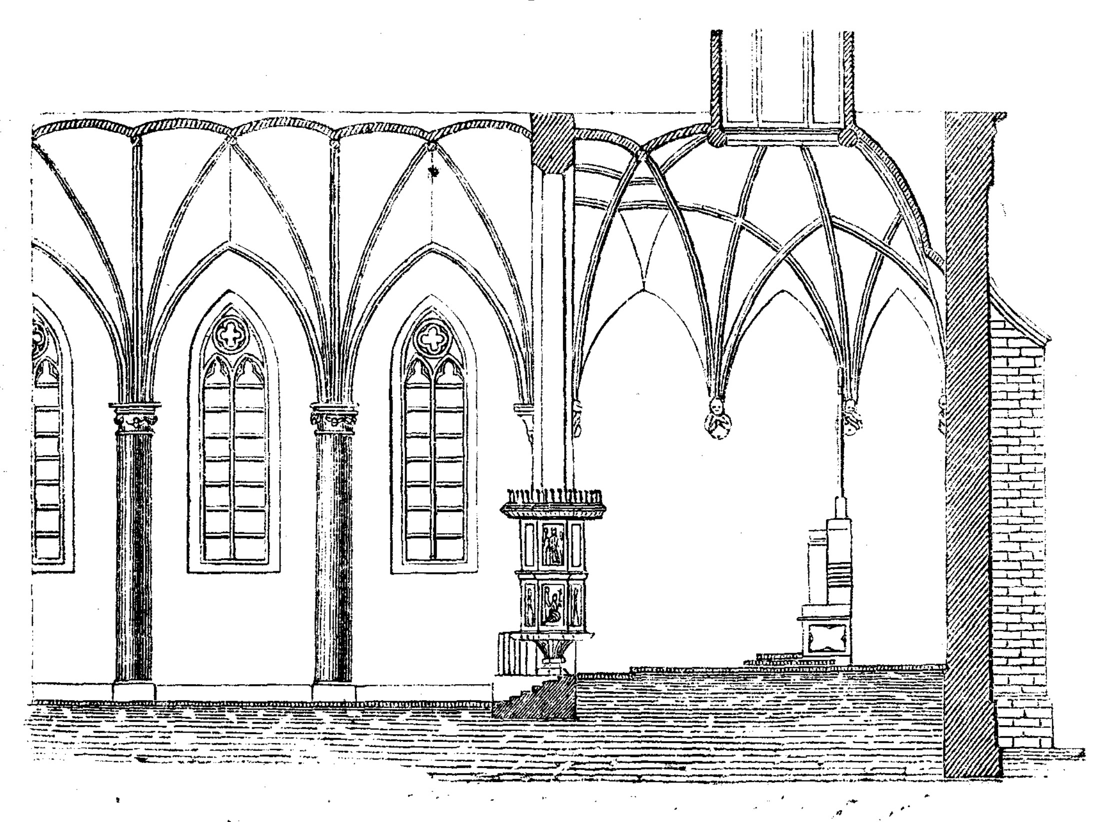


Fig. 336.



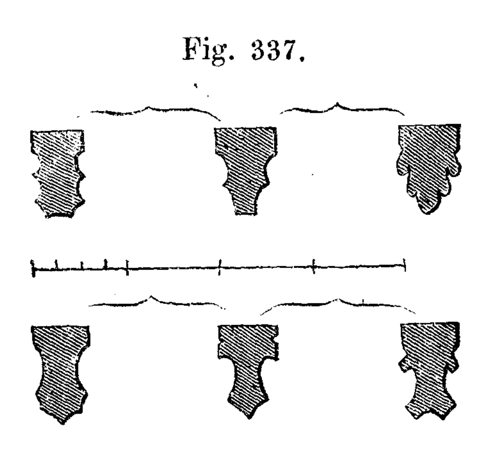
ruhen, im Chor aber in einer vielfach durchschlungenen Stütze die achteckige Lichtöffnung umgeben und tragen. Die Ueberwölbung geschah nach der oben gedachten Weise der Alten, ganz aus freier Hand, d. h. ohne Einschalung und mittelst ganz einfacher Unterstützung der Gräte (Gratgurte).

Die nur 1^{m} dicken Mauern bestehen aus regelmäßigen Schichten von einem sehr guten Thonschiefer. Die Gewölbe bestehen aus Bimssteinconglomerat, einem vulkanischen Product, welches bei Engers am Rhein gegraben wird, und nicht viel mehr Consistenz besitzt wie ein Schwalbennest.

Betrachten wir nach diesem Vorausgeschickten die Zeichnung, so ergiebt sich noch Folgendes:

Fig. 335 stellt den einen Theil des Grundrisses, Fig. 334 den Querdurchschnitt, Fig. 336 einen Theil des Längendurchschnitts und Fig. 337 die Profile der Grat- und Gurtenendigung vor.

Fig. 337.



Die Gewölbe des Mittelschiffes sind doppelt so lang als breit. Es ist dies bei Kirchen das gewöhnliche Verhältniß, welches nicht leicht vergrößert werden darf, da die Kappen sonst eine unbequeme Gestalt erhalten. Die Räume der Gewölbe in den Seitenschiffen verhalten sich wie 2 : 3, und sind, die Umfassungsmauern mit eingerechnet, gerade halb so breit als die des Mittelschiffes. Die nur schwachen Gewölbestützen, welche hier in runder Form auftreten, würden unbedingt als Widerlager zu schwach sein, wenn die Gewölbegurte den Seitenschub nicht gegenseitig aufhöben, und denselben zuletzt auf die Strebepfeiler ii fortpflanzten.

Diese Strebepfeiler haben den vierten Theil der Breite der Mittelschiffgewölbe zur Stärke, sind also nach dem Seitenschube derselben proportionirt, und deshalb stark genug, dem gesammten Gewölbeschube zu widerstehen. Die Schild- und Stirnmauern erleiden keinen Seitenschub und können deshalb entweder ganz fehlen (wie zwischen den Säulen des Mittelschiffes) oder sie brauchen nur dünn zu sein (wie in den Fronten zwischen den Strebepfeilern).

Was das Verfahren betrifft, um die Kappen ohne Holzver-

schalung einwölben zu können, so geschieht dies, wie früher bei den Kreuzkappengewölben beschrieben, in folgender Weise.

Gesetzt man wollte das Gewölbe abcd in Fig. 335 einwölben, so werden zuvörderst die Lehrbogen der Gurte ab, ac, cd aufgestellt, die Mauer bd mit ihrer gewölbten Chornischenöffnung muß schon vorhanden sein. An dieser Mauer bd wird eine vertiefte Rinne für den Bogen db entweder gleich bei dem Mauern belassen, oder eine solche Rinne wird erst eingehauen, wenn man die Kappe bdh gegenwölben will. Gesetzt man wollte nun von dem Punkte c aus anfangen zu wölben; so setzt man erst ein kurzes Stück Gurt von c nach e und von c nach g. Eben so ein kurzes Stück Gratbogen von c nach f und wölbt die Kappenstücken cef und cfg gleich mit ein, so steht das Stückchen cefg fest, wenn man die Gurt- und Gratbogen ca, gd, ab, chb, dha gehörig abgesteift hat, damit sie dem Kappenschube wiederstehen können. Jeden Gewölberaum wie abcd fängt man in allen vier Ecken zugleich an zu wölben, und fährt von den Anfangspunkten a, b, c, d bis zum Scheitel des Gewölbes h in gleicher Weise fort. Die Kappen selbst werden, wie früher bei den Kreuzkappen, auf den Schwalbenschwanz eingewölbt (§. 48). Sie sind hier einen halben Stein stark. Man wird immer gut thun, die Einwölbung der kleinen Gewölbe in den Seitenschiffen zuerst vorzunehmen nnd die des Mittelschiffes zuletzt einzuwölben, da hierdurch die Gewölbe des Mittelschiffes sogleich ihr volles Widerlager erhalten.

Die Gewölbegurte im hohen Chor sind so angeordnet, daß sie das Achteck, welches das einfallende Licht bildet, und worauf sich das Mauerwerk der sogenannten Laterne befindet, gehörig unterstützen.

Man sieht bei dem Grundrisse (Fig. 335) ganz deutlich, wie alles darauf berechnet ist, den Seitenschub nach den stärksten Punkten (den Strebepfeilern) hinzuleiten, und zugleich wie die schwachen Widerlagspunkte der einzelnen Pfeiler (hier die Säulen), durch das Gegeneinanderwirken der Gurte und Grate, wodurch der Seitenschub größtentheils aufgehoben wird, im Gleichgewicht gehalten werden.

Die Füße der Gewölbe erhalten, wie sonst immer, bis zur Hälfte der Höhe der Gurtbogen eine Hintermauerung.

Die Gewölbekappen haben hier eine bedeutende Steigung nach dem Scheitel zu, und eine starke Sprengung in sich selbst, welches alles ihre Festigkeit befördert.

Die Fig. 338 und 339 stellen ein sogenanntes Sterngewölbe vor. Wächst nämlich der Raum, welchen ein Kreuzgewölbe über-

spannen soll, so an, daß man für die Festigkeit der dünnen Kappen zu sorgen hat, so legt man außer den vier Graten noch Zwischen=

Fig. 338.

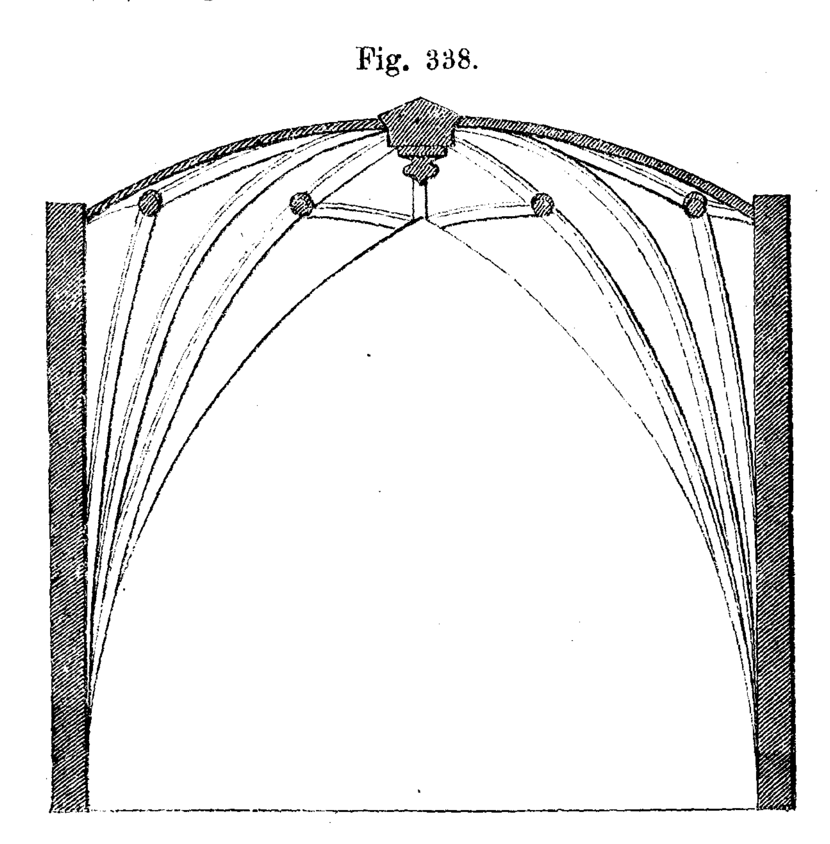
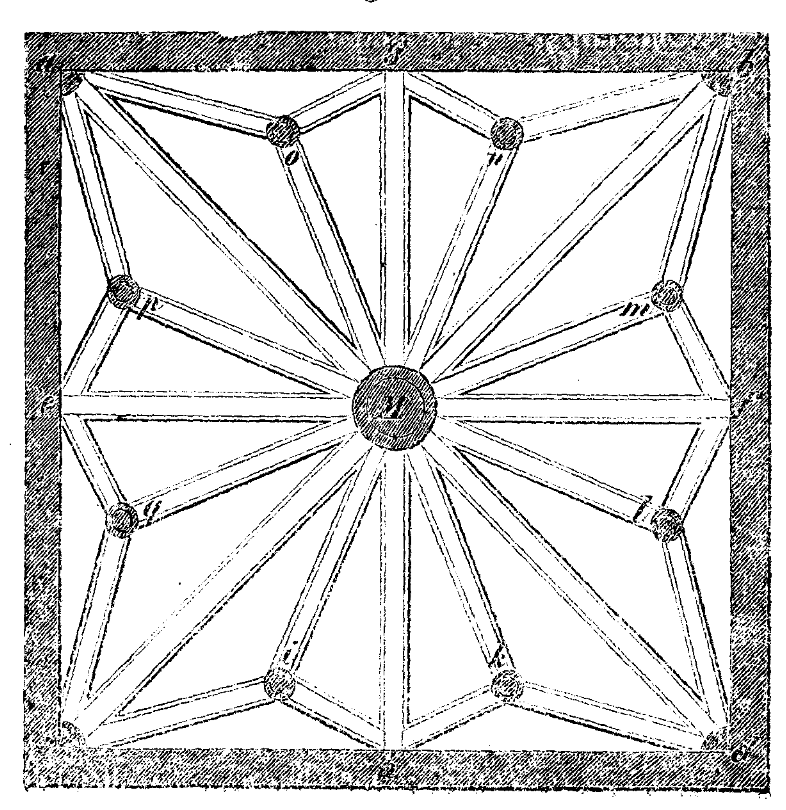


Fig. 339.

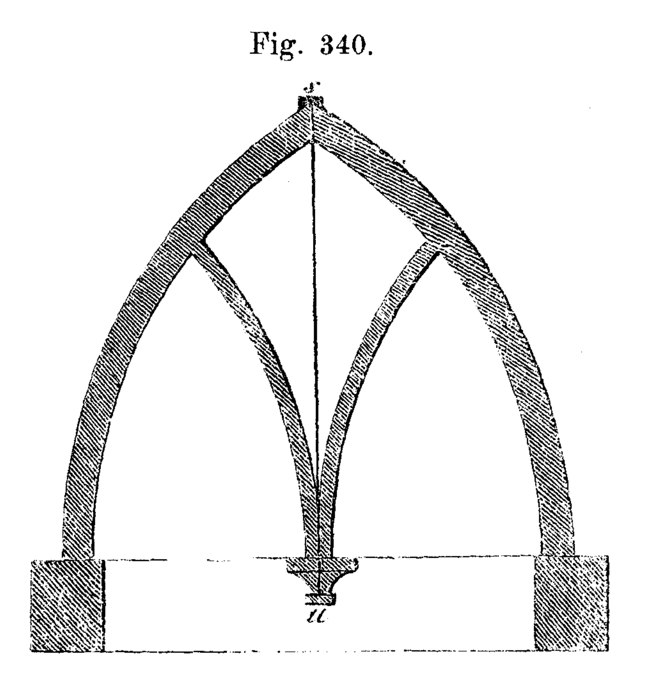


grate oder Gräten an, welche alsdann kleinere, folglich festere Kappenräume bilden. In dem Grundrisse des Sterngewölbes (Fig. 339) sind aMd und bMc die Hauptgratgurte, man hat aber auch außerdem noch zur Verkleinerung der Kappen die Grate eM, fM, gM und hM eingewölbt, und die so entstandenen Kappen, wie aMe, noch wieder durch die Gurte ap und pM verkleinert. Den Namen haben diese Gewölbe von der sternartigen Form, welche die Grate bilden, erhalten.

Im Scheitel stoßen alle diese Grate zusammen, und bilden den Schlußstein M. Man übersieht sehr leicht, daß man sich diesen Schlußstein bei jedem Kreuz- und Sterngewölbe als einen eingewölbten Kranz denken kann, so daß also im Scheitel des Gewölbes anstatt des Schlußsteines, ein offenes, beliebig großes Loch verbleibt.

Der um das Loch kreisrund herumlaufende Kranz erhält die Stärke der Gratbogen, und in den altdeutschen Kirchen findet man solche Oeffnungen in den Scheiteln der Gewölbe, als Schall- oder Luftlöcher angebracht. Man hat dergleichen Sterngewölbe auch oft nur deswegen angeordnet, um durch die Vermehrung der Gurte der Gewölbefläche eine zierlichere Form zu geben.

Fig. 340.



Wir haben bei dieser Gelegenheit noch der sogenannten hängenden Gewölbe zu gedenken. Fig. 340 zeigt den Durchschnitt eines solchen.

Man stelle sich das Kreuzgewölbe in seinen Gurten und Graten aufgeführt vor, nur die Kappen fehlen noch. Wenn man nun im Scheitepunkte der Grate bei s durch den Schlußstein sich einen eisernen Bolzen sa gehängt denken will, welcher in a einen Consol trägt, und von diesem Consol aus wieder Grate nach den ersten Graten und Gurten spannt, und dazwischen Kappen in gewöhnlicher Art einwölbt, so entsteht das gefordert hängende Gewölbe, welches an dem Bolzen sa hängt, und von den zuerst errichteten Gewölbegurten getragen und in der Schwebe gehalten wird.

Es ist eine solche Anordnung nichts weiter als eine Spielerei, welche die Last unnöthig vermehrt, und überdies den inneren Raum des Gewölbes *kleiner* macht, als er bei gewöhnlicher Anordnung der Kappen geworden wäre.

Die Fig. 341—343 zeigen ein sogenanntes *Normännisches* oder *Fächergewölbe*. Es hat seinen Namen davon, daß die normännischen Abkömmlinge in England sich dieser Wölbungsart gern

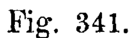


Fig. 341.

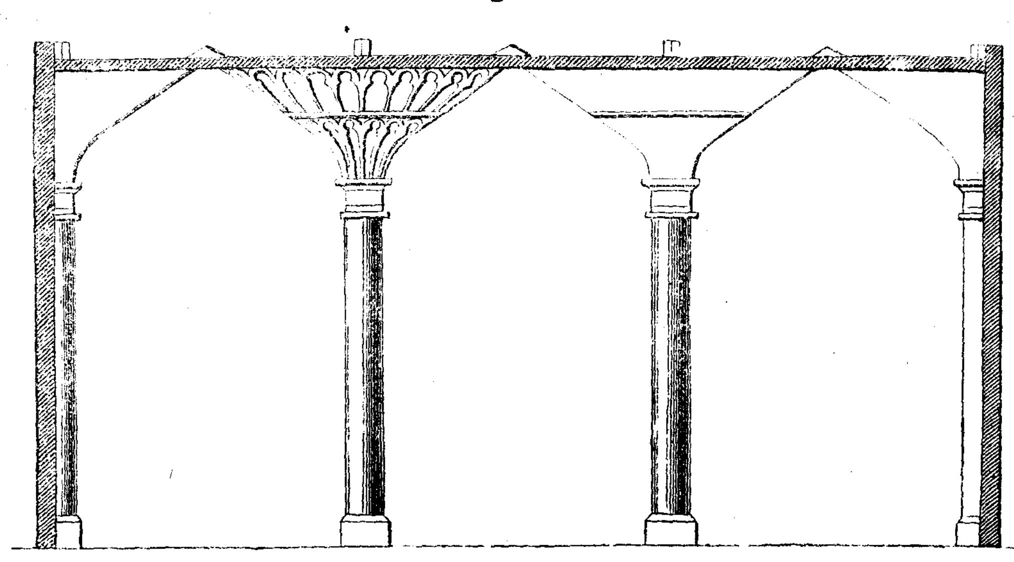
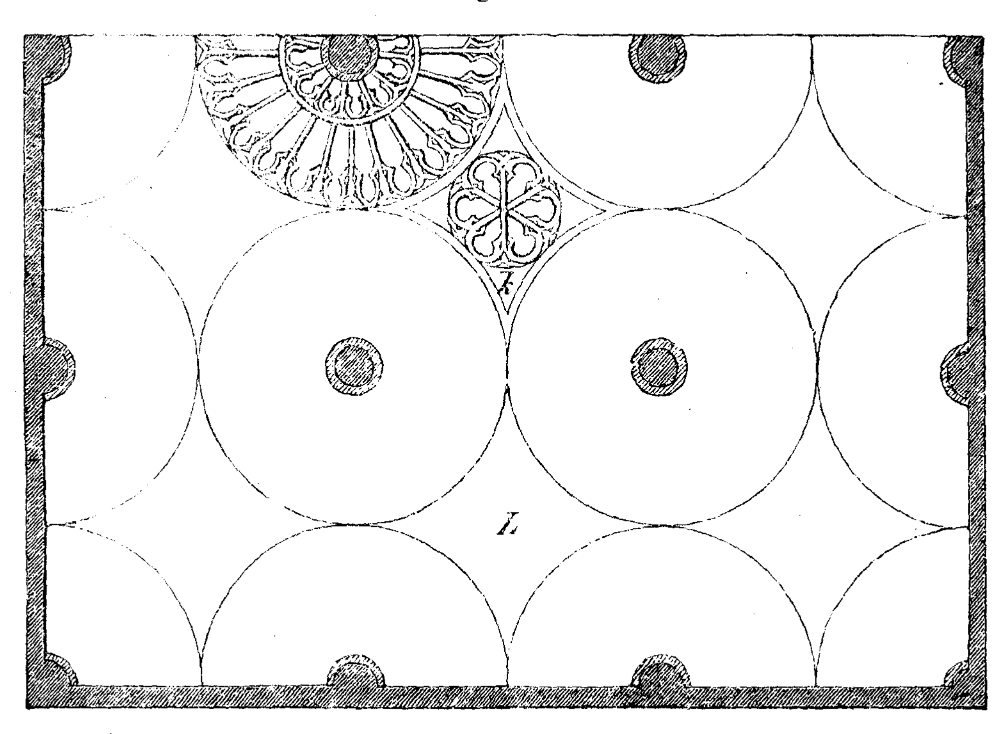


Fig. 342.



und vielfach, besonders bei kleineren Räumen, wie bei Kapellen und Sälen bedienten, und dann von der fächerartigen Form, welche die Gewölberippen (Grate) bilden.

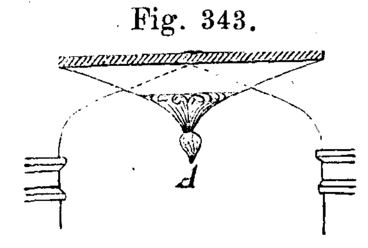
Als Unterschied gegen den hohen altdeutschen Spitzbogen ergiebt sich, daß bei dem normännischen Gewölbe der Bogen aus zwei sich schneidenden Viertheil-Ellipsen gebildet wird (wie sie Fig. 247 und 248 gezeichnet sind.) Indessen können derartige Fächergewölbe auch in Viertelkreisen aneinanderstoßen, und die sich bildenden Kämpferlinien dadurch zu Halbkreisen ergänzen, wie z. B. in dem Börsensaal zu Frankfurt a/O, von Stüler erbaut.

Fig. 342 zeigt den Grundriß, Fig. 341 den Durchschnitt einer solcher Anordnung. Die Gewölbe breiten sich von den sie unterstützenden Pfeilern so lange kreisförmig aus, bis diese Kreise sich gegenseitig berühren. Die deutlichste Vorstellung kann man sich hiervon machen, wenn man sich nach außen stark geschweifte Champagnergläser so aneinander gestellt denkt, daß ihre oberen Kreise sich berühren, die Stiele der Gläser würden dann die Pfeiler, die Schweifungen des Glases oben die Gewölbe bedeuten.

Zwischen je vier solchen Gewölben (oder Gläsern) wird sich ein offener Raum bilden, welcher durch ein besonderes flaches Gewölbe (einen sogenannten Spiegel) geschlossen wird. Um diesem Spiegelgewölbe noch mehr Festigkeit, und den Gewölben selbst mehr Spannung zu geben, wird zwischen den vier Kreisbogen der Gewölbe noch ein Kranz eingewölbt, welcher abermals die Gewölbe berührt, wie Fig. 342 bei k zu sehen ist. L zeigt einen der offenen Räume ohne eingewölbten Kranz.

In diese Kränze setzt man bisweilen tief herunterhängende Schlußsteine ein, wie in Fig. 343 bei A ein solcher gezeichnet ist.

Fig. 343.



Die Mittelpfeiler oder Säulen werden nur $1/10$ bis $1/12$ der Spannweite stark, wodurch das Ganze schlank wird und durch die vorstehenden Rippen ein fächerartiges Ansehen bekommt. Die End- oder Strebepfeiler müssen wegen des bedeutenden Seitenschubes der Gewölbe hinreichend stark werden; ferner verursacht die an sich flache Lage der Gewölbe und namentlich der zwischen ihnen befindliche fast scheitrechte Spiegel, so wie die tief herunterhängenden Schlußsteine, daß sie nicht zu den feuersicheren Gewölben gehören. Eine größere Festigkeit erreicht man, wenn man statt des elliptischen Bogens einen

Halbkreis- oder Spitzbogen anwendet und sonst das Gewölbe wie vorher construirt.

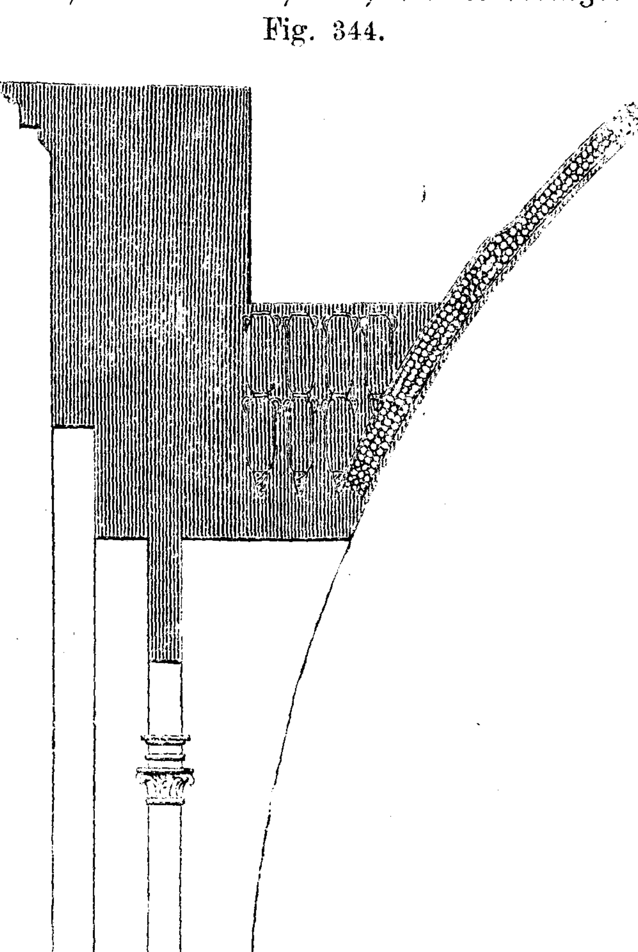
Die normännischen Gewölbe wurden in neuerer Zeit namentlich bei dem Börsengebäude zu Frankfurt am Main ausgeführt; gewöhnlich werden diese Gewölbe nur bei kleineren Abmessungen in Stein (Ziegeln), sonst aber, bei größeren Maßen immer, in Holz nachgeahmt.

In Stein ausgeführt bedürfen sie ebenfalls, wie die Kreuzgewölbe, keiner Verschalung, sondern nur aufgestellter Lehrbogen, um die Richtung des Gewölbes nicht zu verlieren.

§. 53. Die Topf- und Gußgewölbe.

Die Hauptursache der Erfindung von Topf- und Gußgewölben war unstreitig, durch Anwendung vermauerter, hohler Töpfe den Gewölben mehr Leichtigkeit zu geben, wodurch der Seitenschub vermindert wurde, und demnach auch die Widerlager schwächer werden konnten, als wenn man gebrannte Mauersteine oder gar Hausteine zur Wölbung verwendet hätte.

Fig. 344.



Man hat dergleichen Wölbungen zur Römerzeit sowohl zu Gurtbogen (wie bei Stadtthoren), als auch zu Kuppeln und andern Gewölben benutzt. Die Töpfe haben gewöhnlich die Form eines Cylinders, sind an einem Ende offen, am andern mit einer Spitze versehen, um ineinander geschoben werden zu können. Ihr Durchmesser ist verschieden, die kleinsten haben etwa 5^{zm} Durchm. und ihre Länge beträgt etwa 15—18^{zm}, indeß

hatte man auch größere Töpfe, etwa 90^{zm} lang und etwa $^2/_3$ davon zum Durchmesser, welche zur Hintermauerung der eigentlichen Topfgewölbe angewendet wurden.

Fig. 344 zeigt eine Hälfte des Durchschnittes der mittleren Kuppel in der Kirche St. Vitale zu Ravenna, welche im sechsten Jahrhundert erbaut ist. Der mittlere Raum, welcher, wie die ganze Kirche, im Grundrisse die Form eines regelmäßigen Achtecks hat, ist oben mit einem halbkugelförmigen Topfgewölbe von ca. $15{,}6^{m}$ Durchmesser bedeckt, das über die anderen Theile des Gebäudes emporragend, eine Laterne bildet. Das Gewölbe besteht oben aus zwei und unten an den Widerlagern aus drei Lagen von Töpfen, die spiralförmig (wie in Fig. 345) ineinander gefügt sind. Die einzelnen Töpfe haben 5^{zm} Durchmesser und $15-18^{zm}$ Länge, sie sind außerhalb schraubenartig gefurcht, und an dem offenen Ende mit einem vorstehenden Rande versehen. Sowohl die Hintermauerung dieser Kuppel, als auch die senkrechten Widerlager derselben sind aus aufrecht stehenden Henkeltöpfen gebildet (Fig. 346 A und B). Bei A ist ein solcher Topf in der äußeren Ansicht, bei B im Durchschnitt gezeichnet. Sie haben 21^{zm} Durchmesser und 62^{zm} Länge. Hier sowohl wie in der Kuppel sind die Zwischenräume der Töpfe mit einem Guß von Puzzolane ausgefüllt.

Fig. 345.

Fig. 346.

In neuerer Zeit hat man in Frankreich wieder angefangen, Anwendung von diesen Topfgewölben zu machen, und sie unter anderem vorzüglich dazu benutzt, gerade, feuerfeste Decken daraus zu bilden;

da aber solche scheitrechte Gewölbe für größere Räume sich nicht würden frei getragen haben, war man genöthigt, die hohlen Steine oder Töpfe auf eiserne Gerüste zu setzen; die Töpfe wurden mit Gyps vergossen.

Der erste Versuch mit der Erneuerung des Topfbaues wurde in der großen Branntweinshalle (halle à l'eau de vie) gemacht, wo es darauf ankam, über den zur Aufbewahrung des Branntweins bestimmten Kellerräumen möglichst leichte Decken zu construiren, die bei großer Spannung nur schwacher Widerlager bedürfen, und die bei der leichten Brennbarkeit des Branntweins, wenigstens eine so schnelle Verbreitung des Feuers, wie sie bei Holzdecken stattfinden, verhindern.

Diese Gewölbe waren nach einem flachen Kreisstück von etwa 60 Grad Mittelpunktswinkel construirt, die Töpfe standen in der Wölbung aufrecht nach dem Fugenschnitte. Das Gewölbe ist 21^{zm} stark, die Spannweite beträgt 5^{m} und die Stärke der Widerlager nur 46^{zm}.

Man muß aber hierbei nicht vergessen, daß durch das Vergießen der Töpfe mit Gyps gleich von vorn herein, wegen der schnellen Bindung des Mörtels (Gypses), fast aller Seitenschub aufgehoben wurde.

Die Töpfe selbst hatten hierbei die Form eines hohlen Cylinders, der an beiden Enden geschlossen ist; ihre Länge beträgt 21^{zm}, ihr Durchmesser 10^{zm} und die Stärke der Wände 0,4^{zm}. Ein solcher Topf wird auf einer gewöhnlichen Scheibe mit der Hand gedreht, und nachher oben und unten mit einem bereit gehaltenen Deckel geschlossen. Sobald er fertig ist, bohrt man in dem unteren Theile der Seitenwand ein kleines Loch durch, um der innern Luft beim Brennen einen Ausweg zu schaffen. Zur Aufsetzung des Gewölbes werden leichte Lehrgerüste aufgestellt, diese genau mit Brettern verschalt (in flacher Kappenform) und die Schalung mit Lehm gedichtet, dann werden die Steine so dicht wie möglich gurtweise aneinander gelagert, und hierauf die Zwischenräume mit Gyps vergossen. Die Lehrbogen können schon den Tag nach der Anfertigung weggenommen werden.

Bei der Pariser neuerbauten Börse wünschte man ebenfalls leichte und feuersichere Decken, die aber gerade Flächen bilden sollten.

Die hierzu angewendeten Töpfe sind ohngefähr doppelt so groß wie in der halle à l'eau de vie, aber man hat es für nöthig erachtet, Träger von Stabeisen zur Unterstützung dieser flachen Gewölbe anzubringen. Solche Träger, die aus einem geraden und einem damit verbundenen gebogenen Eisenstabe bestehen, überspannen die etwa 4—4,3^{m} weiten Räume, und liegen 1$^{1}/_{4}{}^{m}$ von einander entfernt.

Zwischen diesen Eisenverbindungen sind die Töpfe senkrecht so eingesetzt, daß sie ein scheitrechtes Gewölbe bilden, wobei diejenigen Töpfe, welche gerade auf Querriegel treffen, unterhalb mit einem Einschnitt versehen sind, damit hierdurch ein guter Verband möglich gemacht werde. Alle Zwischenräume sind hierauf mit Gyps vergossen, die untere Ansicht des Gewölbes und der Boden darüber gerade abgeglichen, und letzterer mit Fließen belegt.

(Ein Mehreres hierüber sehe man in: Elemente des Steinbaues von C. Möllinger, Heft 1.) Es wird dort unter anderem gesagt, daß man die hohlen Töpfe mit mehreren kleinen Löchern versehen sollte, und namentlich ein solches in dem Boden derselben mache, theils damit der Gyps sich gut einbinde, und damit bei einer entstehenden Feuersbrunst durch die, in den Töpfen eingeschlossene Luft (durch die Ausdehnung derselben vermittelst der Hitze) keine Explosion entstehe. Was aber den letzten Punkt betrifft, so würde er nur verhindert werden können, wenn man wenigstens eins der nach unten gekehrten Löcher der Steine offen ließe; denn wollte man sämmtliche durch irgend einen Bewurf schließen, so würden sie natürlicherweise ganz unwirksam sein.

Wir entnehmen noch Einiges über diesen Gegenstand der Wiener Allgemeinen Bauzeitung von Förster. Man sehe zugleich die Fig. 347—352. „Der Rost einer ordinairen Decke besteht in der Regel (wie in Fig. 347) aus einem eisernen Bogen a a, welcher an beiden

Fig. 347.

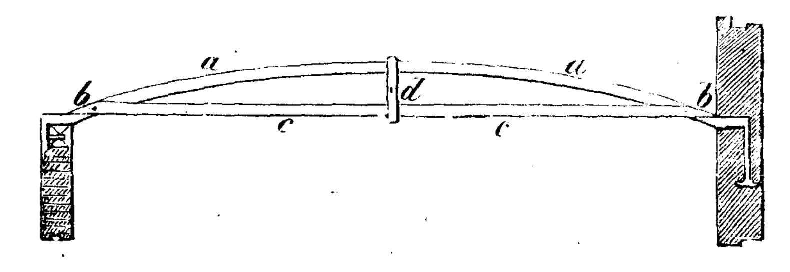
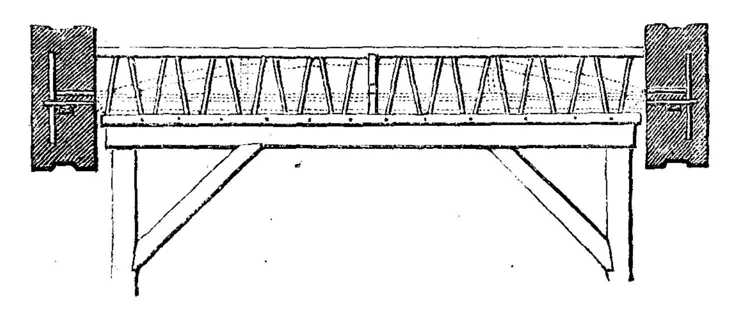


Fig. 348.

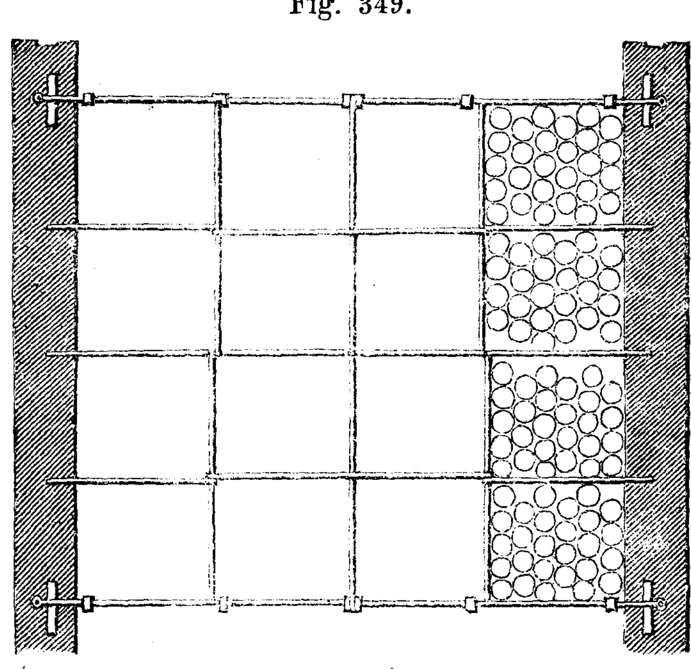


den, wo er in der Mauer befestigt wird, umgebogen werden muß, ı ihn verankern zu können. Der Bogen erhält sich als solcher, em bei b b zwei schwache eiserne Schließen c c angebracht sind, die rch ein Band d in der Mitte des Bogens aufgehängt werden, das schraubt wird."

„Die auf solche Weise verfertigten Roste werden beiläufig 4 m it von einander in dem Gemäuer befestigt, und die Zwischen- ıme von je zwei Rosten durch eiserne Schließen, von gleicher cke, wie die am Roste, und mit ihnen parallel laufend, in kleinere eile getheilt. Alle diese Schließen werden dann der Quere nach rch Eisenbänder verbunden."

„Sind alle diese Eisentheile zusammengesetzt, so erhält man ein llständiges Gerüst, wie in Fig. 349; dasselbe wird unterschalt und

Fig. 349.



sdann werden die Felder sofort mit hohlen Ziegeln von 17—20 zm she und 9—11 zm im Durchmesser vollgesetzt und mit Gyps ver- ssen."

Fig. 350.

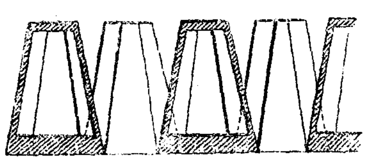


Fig. 351.

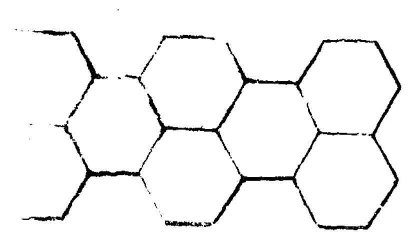
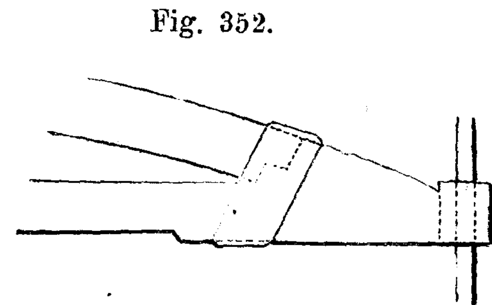


Fig. 352 zeigt einen der Bogen am Ende mit der Schließe und dem Anker. Fig. 348 zeigt eine der Topfreihen, mit dem darüber befindlichen Fließenfußboden und dem darüber befindlichen Lehrgerüst, auf dem die Schalungsbretter liegen. Fig. 350 zeigt solche Töpfe in der Ansicht und im Durchschnitt und Fig. 351 dieselben in ihrer Stellung im Grundrisse.

Fig. 352.



Bei Kuppelgewölben über runde und vieleckige Räume stellt man etwa in 1,8—2,5ᵐ Entfernung eiserne Rippen auf und wölbt dazwischen mit Töpfen nach einem Bogen aus. Jede dieser Rippen steht unten am Widerlager in einem eisernen Schuh und diese Schuhe werden bei großen Kuppeln durch einen ringsherum laufenden Anker, einen sogenannten Kettenanker, verbunden und dadurch am Verschieben gehindert. Oben legen sich diese Rippen gegen einen eisernen Kranz, der die Größe der Lichtöffnung hat. Zwischen diesen Rippen, die bei großen Kuppeln aus mehreren Stücken verbunden werden, wölbt man noch einen Bogen aus, der einen etwas kleinereren Radius, als die Kuppeln hat. Bei der Kuppel des königlichen Schlosses zu Berlin, welche eine Weite von beinahe 22ᵐ hat, sind 24 solcher Rippen gestellt und die Töpfe sind unten 29ᶻᵐ, in der Mitte 23ᶻᵐ und oben 18ᶻᵐ.

Im neuen Museum zu Berlin wurden ebenfalls Topfgewölbe nach einem flachen Bogen (Stichbogen) zwischen eisernen Balken aufgeführt. Statt der Töpfe kann man auch prismatische hohle Steine anwenden, was in Paris immer allgemeiner wird, da diese hohlen Steine dort billiger geliefert werden, als die vollen gewöhnlichen Steine und da man die eisernen Balken in den gewöhnlich vorkommenden Längen fertig kaufen kann.

Gußgewölbe ohne Anwendung von Töpfen werden in der Art ausgeführt, daß man zuvörderst ein Lehrgerüst aufstellt, und dies nach der vorgeschriebenen Bogenform mit Brettern verschalt. Auf diese Verschalung wird der aus leichtem Gestein (Bimsstein, Tuff, Schlacken) mit Puzzolanemörtel gemischte Béton schichtenweise von unten nach oben aufgetragen, so dick als die Wölbung werden soll.

Man muß hierbei besonders Acht haben, daß man nicht zu viel Mörtel, sondern möglichst viel Steine verwende, die aber vom Mörtel umhüllt sein müssen und daß man eine nächst obere Schicht nicht eher

ſtrage, bis die nächſtuntere getrocknet iſt, welches bei dem ſehr
nell trocknenden Mörtelguß in wenig Tagen geſchieht. Bringt man
: neue Lage zu früh auf, oder gießt man z. B. ein ganzes Gewölbe
t einem Male, ſo giebt es, wegen des gewaltſamen Zuſammen-
hens der Maſſe bei dem Trocknen, leicht Riſſe und Sprünge.

In Calabrien pflegt man ganze Brückenbogen, wenn ſie nicht groß
d, auf ähnliche Art zu gießen. Ebenſo machen ſich die armen Leute
ſelbſt ihre Hütten. Es werden zu einer Brücke die Steine ſo auf-
ſchichtet, daß ſie die Form des Brückenbogens darſtellen, über dieſe
ichtet man kleineres Geſtein und vergießt daſſelbe mit Puzzolane-
ɔrtel. Nachdem das Ganze trocken iſt, räumt man die unteren
eine fort und die Brücke ſteht fertig da.

Bei Hütten verfährt man ganz ähnlich. Man ſchichtet zuvörderſt
ɔße Steine kegelartig aufeinander, auf dieſe bringt man ſchichten-
iſe einen Guß, aus kleinen Steinen und Puzzolane beſtehend, ſo
ß man aber da, wo die Thür hinkommen ſoll, eine Oeffnung beläßt.
: der Guß trocken, ſo räumt man durch die Oeffnung den Stein-
el innerhalb fort, und man erhält einen kegelfömig gewölbten
ıum, welcher einem Bienenkorbe nicht unähnlich iſt.

Iſt bei einem Gußgewölbe der Raum ſehr groß, ſo theilt man
ı Raum durch Gurte und Quergurte aus Ziegelſteinen in kleinere
chteckige) Räume, läßt die Gurte austrocknen und füllt alsdann die
ɔiſchenräume mit Gußwerk. Hierdurch wird, da der Raum in viele
ine Theile getheilt iſt, das ungleiche Setzen ſo wie das Reißen des
ıſſes verhindert und doch eine bedeutend größere Leichtigkeit des
ınzen erzielt. Was die Stärke der Widerlager ſolcher Gußgewölbe
rifft, ſo kann man ſie etwa $^3/_4$ ſo ſtark machen, als ſie bei ge-
hnlicher Steinconſtruction geworden wären.

Zieht man eiſerne Hülfsanker ſo lange ein, bis der Guß trocken
(worauf man die Anker wieder entfernen könnte), ſo brauchen die
derlagsmauern nicht ſtärker zu werden, als ſie vermöge ihrer Höhe
ne Rückſicht auf das Gewölbe) zu ſein brauchen, da ein gutes Guß-
ɔölbe, welches ohne Riſſe und Sprünge erhärtet iſt, gleichſam nur
ein ausgehöhlter Stein anzuſehen iſt, und keinen Seitenſchub,
dern nur einen ſenkrechten Druck ausübt.

Die Stärke der Gußgewölbe wird um etwas ſtärker zu nehmen
, als wenn man es ganz von Mauerſteinen gemacht hatte, da der
ürliche Zuſammenhang der Gußmaſſe vor dem Setzen und Trocknen
inger iſt als bei den Backſteinen.

Zur noch größeren Erleichterung der Guß- und auch anderer Gewölbe hat man die Gewölbe mit regelmäßigen Vertiefungen in Reihen über einander (Cassetten, Cassaturen) versehen, welche außerdem besonders zur Zierde dienen, und namentlich bei kupprlartigen Gewölben vorkommen. Durch die Verminderung der Masse des Gewölbes wird gleichzeitig ein etwas geringerer Seitenschub erzeugt.

Zu erwähnen ist noch, daß man auch Versuche gemacht hat, Gewölbe aus gestampfter Erde (Pisé) zu fertigen. Obgleich dieselben durch Einzelne sehr angepriesen worden sind, so scheinen sie doch wenig Fortgang gehabt zu haben, wie sich auch wohl aus der Natur des Materials schließen läßt. Die geringste darauf wirkende Nässe mußte sie nothwendig zerstören.

Gewölbe aus Stampfmörtel. Prochnow hat bereits aus Kalk und Sand gestampfte Wölbungen ausgeführt. Auch Herr Baumeister Hofmann (Neustadt in Westpreußen) hat vielfach Gewölbe nach Form der böhmischen Kappen aus Stampfmörtel ausgeführt und in der Zeitschrift für Bauwesen, redigirt von Erbkam, Berlin 1858 und 1860 u. s. w., Mittheilungen darüber gemacht.

Die zu überwölbenden Räume sind durch Backsteingurtbögen in Räume von $2^1/_2{}^m$ Quadrat getheilt. Weder an den Gurtbögen noch an den Widerlagsmauern ist ein schiefes Widerlager für die Kappen eingehauen, so daß die Kappen in lothrechten Flächen an die Widerlager stoßen. Dies war nur deshalb thunlich, weil die breiige Kalksandmasse (aus 1 Theil Kalk und 15 Theilen bestehend) sobald das überflüssige Wasser durch das Stampfen herausgetrieben ist, beim Trocknen gar nicht mehr schwindet. Denn das Schwinden des Mörtels verursacht nicht der Sand, sondern hauptsächlich das in dem überschüssigen Kalk, und in den kleinen Kalkklümpchen enthaltene Wasser; überschüssiger Kalk ist aber bei der obigen, gut durchgearbeiteten mageren Masse nicht vorhanden. Von diesen Gewölben haben einige Kappen an den Widerlagern 16^{zm}, in der Diagonale $23^1/_2{}^{zm}$ Pfeil und sind im Scheitel der Diagonale 10 bis 13^{zm}, im Scheitel an den Widerlagern etwa 16^{zm}, und in den Kämpfern der Ecken $21—23^1/_2{}^{zm}$ stark; andere sind im Scheitel der Diagonale nur 8^{zm}, im Scheitel an den Widerlagern etwa 10^{zm} stark, haben dagegen 21^{zm} Pfeilhöhe erhalten. Das Einstampfen erfolgt nicht in Lagen; im Gegentheil, um solche Lagen zu vermeiden, erscheint es zweckmäßig, den zu stampfenden Mörtel so feucht zu nehmen, daß das Wasser beim Stampfen aus der Verschalung tropft.

Herr Hofmann hat ferner auch die Kappen von Kreuzgewölben über Räume von 4ᵐ Quadrat aus Stampfmörtel herstellen lassen. Die Gratbögen dazu waren wie gewöhnliche Gurtbögen aus Ziegelsteinen gewölbt; sie hatten weder einen scharfen Grat, noch war ein Widerlager für die Kappen eingehauen.

Obwohl man die einmal gestampfte Masse, wenn das Gewölbe einstürzen sollte, nachträglich wieder durcharbeiten und aufs Neue verwenden kann, so empfehlen wir doch dem Praktiker, nicht bis an jene Grenze, sondern mit der größten Vorsicht bei etwaiger Ausführung von Stampfmörtelgewölben vorzugehen. Ganz irrig wäre es, wie aus dem Früheren zu ersehen ist, wenn man durch einen größeren Kalkzusatz eine größere Festigkeit eines Stampfmörtelgewölbes erwarten wollte, da das Gewölbe sich dann erst recht senken würde und einstürzen könnte. Bei Anwendung von Portland-Cement hat sich ein Zusatz von zehn Theilen Sand zu Stampfmörtelgewölben gut bewährt. Hingegen wenn man Wölbsteine durch Mörtel verbindet, ist ein so magerer Kalk nicht zweckmäßig.

In Gußkalk, nach Rydin's Angabe lassen sich ohne Zweifel Gewölbe errichten, wenn man das, was wir vorhin darüber erfahren haben, berücksichtigt.

Es stehen uns demnach eine hinlängliche Anzahl Wölbungsarten zu Gebote, von denen die aus gebrannten Mauerstein, wegen der bequemen Form und wegen der Festigkeit der Steine die allgemeinste Anwendung haben. In Rücksicht der bequemen Ausführung werden sie durch Gewölbe aus hohlen Steinen und aus Gußwerk, in Rücksicht auf Festigkeit, von Gewölben aus festem Haustein und noch etwas übertroffen, weshalb diese sich noch mehr zu schweren Brückengewölben, jene sich mehr zu unbelasteten inneren Gewölben eignen.

§. 54. Wölbungen der Thür- und Fenstersturze, Rauchmäntel, scheitrechten Bogen &c.

Die Breite und Höhe der Thüren und Thorwege richtet sich natürlich nach dem Gebrauche und Zwecke derselben und haben sich demzufolge die Erfahrungssätze so festgestellt:

A. Die Breite.

1. Innere Thüren.

Einflüglige Kellerthüren $1 - 1^1/_4$ ᵐ.
Zweiflüglige Kellerthüren $1^1/_4 - 1^1/_2$ ᵐ.

Einflüglige Etagenthüren, im Lichtmaße der Mauern bis 1, 1 m.

Zweiflüglige Etagethüren mit doppelten Schlagleisten, im Lichtmaße der Mauer 1, 3 bis 1, 4—2 m.

Zweiflüglige Etagenthüren mit einfachen Schlagleisten, im Lichtmaße der Mauer 1, 4 — 2 m.

2. Aeußere Thüren.

Gewöhnliche Eingangsthüren im Lichtmaße der Mauer 1, 5—2, 1 m.

Einfahrtsthore, nach Polizeischrift, nicht unter $2^1/_2$ m in reinem Lichtmaße, bis zu einer Breite von 3,1 — 3,5 m zweiflüglig, darüber mehrflüglig.

B. Die Höhe.

Die Höhe aller Thüren kann im Allgemeinen ungefähr gleich der doppelten Breite angenommen werden. Schmale Thüren werden aber meistens höher, breite Thore im Verhältniß niedriger. Ist man in der Höhe durch einen Zwischenboden oder dergleichen nicht behindert, macht man jede Thür wenigstens 2,2 m im Lichten des Futters, welche 2,27 — 2,30 m vom Oberkante-Balken bis Unterkante-Ueberlagsbohle. Durchfahrten müssen eine freie nutzbare Höhe von 2,8 m erhalten.

Für Fenster haben sich bei Wohngebäuden folgende Maßgrenzen durch die Praxis festgestellt:

Ein zweiflügliges Fenster wird nicht unter 1 m und nicht über $1^1/_2$ m breit gemacht. Darüber hinaus würden die Flügel zu breit.

Ein drei Flügel breites Fenster darf nicht schmäler werden als $1^1/_2$ m und bei Wohnhäusern nicht breiter als $2^1/_2$ m.

Die Höhe ist nur durch die Etagen, die Brüstungshöhe und durch die Höhe des abschließenden Fenstersturzes beschränkt. Die Brüstungshöhe ist jetzt gewöhnlich von Oberkante des Fußbodens bis Unterkante des Fensterbrettes 0,80 m.

Die Form der Fensteröffnungen richtet sich nach dem Style des Gebäudes. Die gebräuchlichsten Formen sind folgende:

1. Das gerade viereckige Fenster (Fig. 253). Die alte Regel verlangte, daß die Höhe eines solchen Fensters genau gleich der doppelten Breite zu machen sei, auch gab es eine Regel, nach welcher die Diagonale des doppelten Quadrats der Breite (Fig. 354) mit

op bezeichnet als Höhe op' anzunehmen sei. Von diesen Regeln ist nicht mehr viel zu halten.

Das oben horizontal geschlossene Fenster eignet sich für die Herstellung in Haustein und in Ziegeln für den Putzbau, niemals für den Ziegelrohbau.

2. Das Rundbogenfenster (Fig. 355) kann im Verhältniß variiren vom einfachen bis zum doppelten Quadrat mit darauf gesetzten Halbkreisbögen. Der Kreisbogen ist einer der tragfähigsten bei ange-

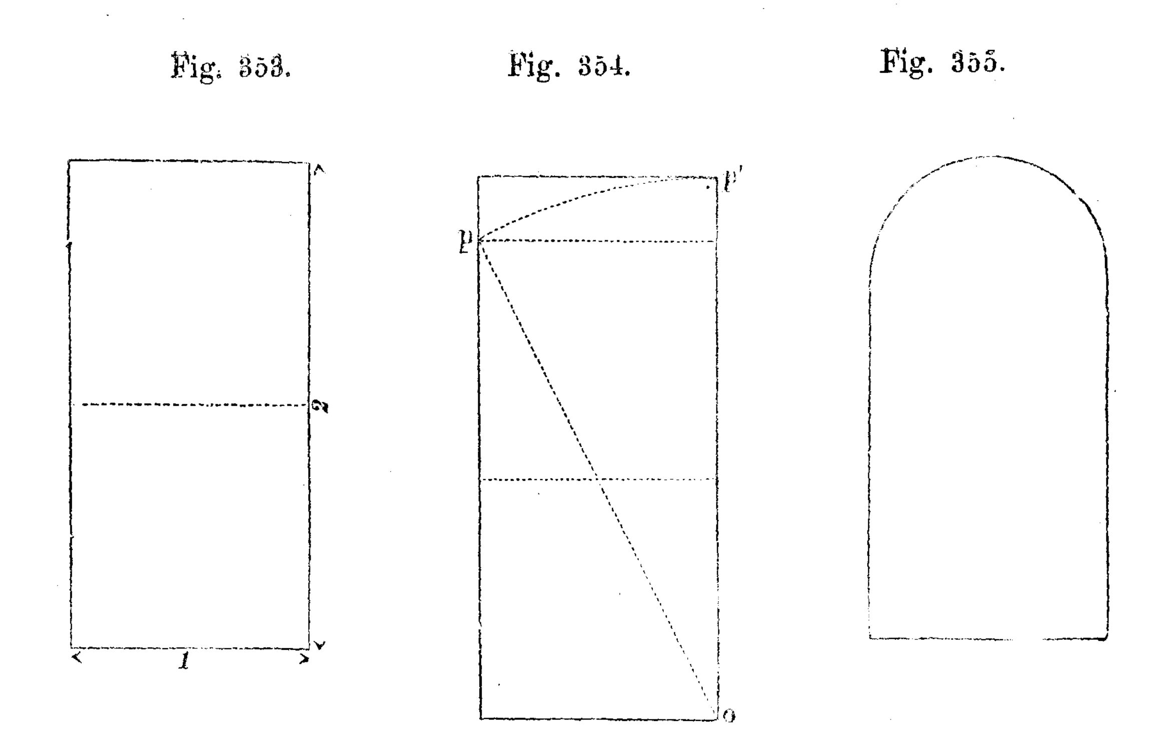


Fig. 353. Fig. 354. Fig. 355.

nehmem äußern Ansehen, er kann mittelst Ziegel — oder auch mittelst Hausteinen eingewölbt werden, und wird seinen Platz in der Architectur des Ziegelroh- oder des Sandsteinbaues immer behaupten. Die Abarten des halbkreisförmigen Bogenfensters, als Ellipse, Parabel, Kettenlinie und Korblinie finden nur selten Anwendung.

3. Das Flachbogenfenster (Fig. 356) eignet sich ebenfalls sowohl für den Ziegelrohbau als für den Sandstein- oder Putzbau, und besteht in seiner oberen Ueberdeckung aus einem Theile einer Kreislinie.

4. Das Spitzbogenfenster. Das Wesen der Form derselben ist der Knick, welchen zwei sich schneidende Kurven bilden, wobei aber jede Kurve wieder aus mehreren zusammengesetzt sein kann. Man unterscheidet folgende Unterabtheilungen:

Den gleichseitigen Spitzbogen (Fig. 357.)

Den stumpfen Spitzbogen (Fig. 358), bei welchem die Mittelpunkte o p der Kreislinie nach innen zusammenrücken.

Fig. 356.

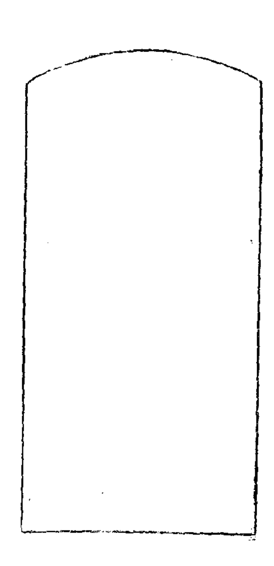


Fig. 357.

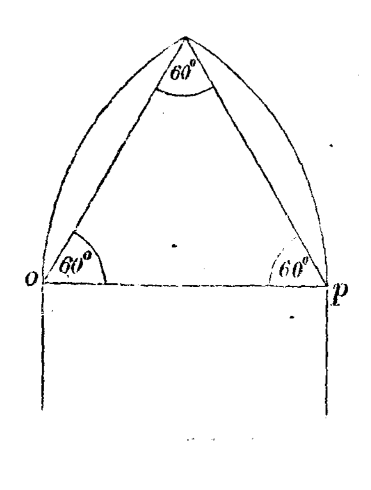


Fig. 358.

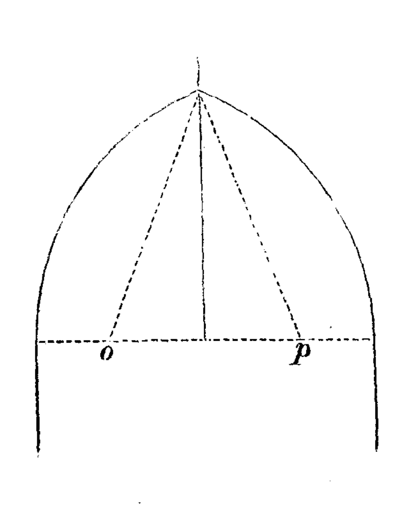
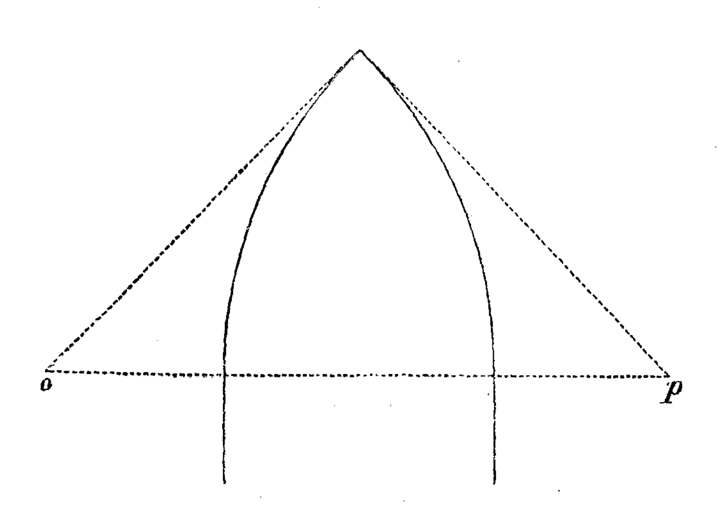


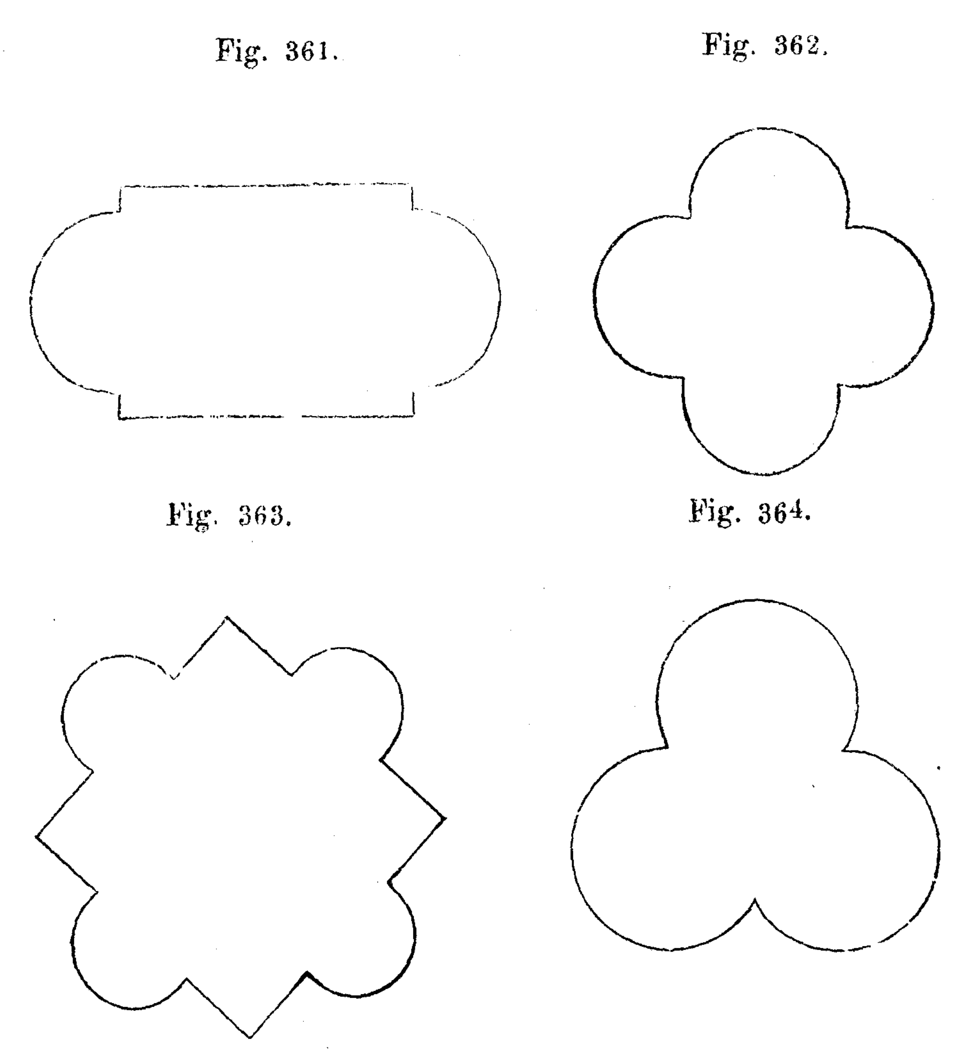
Fig. 359.



Den spitzen oder lanzettförmigen Spitzbogen (Fig. 359), bei welchem die Mittelpunkte o p herausrücken.

Den geschweiften oder Tudorbogen, im ersteren Falle wenig constructiv und tragfähig, aus einer Kreislinie und einer geraden Tangente gebildet.

5. Mannigfache Formen für Fenster in Friesen, deren Gestalt sich nach den Decorationsformen richtet, wie liegende oder stehende Ovale, welche nach den Korbbogen oder der Ellipse gebildet sein können; zusammengesetzte aus Kreis- und geraden Linien bestehende Formen, wie Fig. 361—364. Die Umfassung zu einem Fenster nennt man Umrahmung, Gewand, Gewinde, auch Fascia (Fasche). Innerhalb derselben unterscheidet man wiederum:


Fig. 361. Fig. 362. Fig. 363. Fig. 364.

1. Sohlbank oder Brüstung a (Fig. 365—366) den untern horizontalen Theil des Fensters. Derselbe muß vorspringen, um ein Abfließen des Regenwassers zu ermöglichen.

2. Die Gewändepfosten oder Fensterstücke bb.

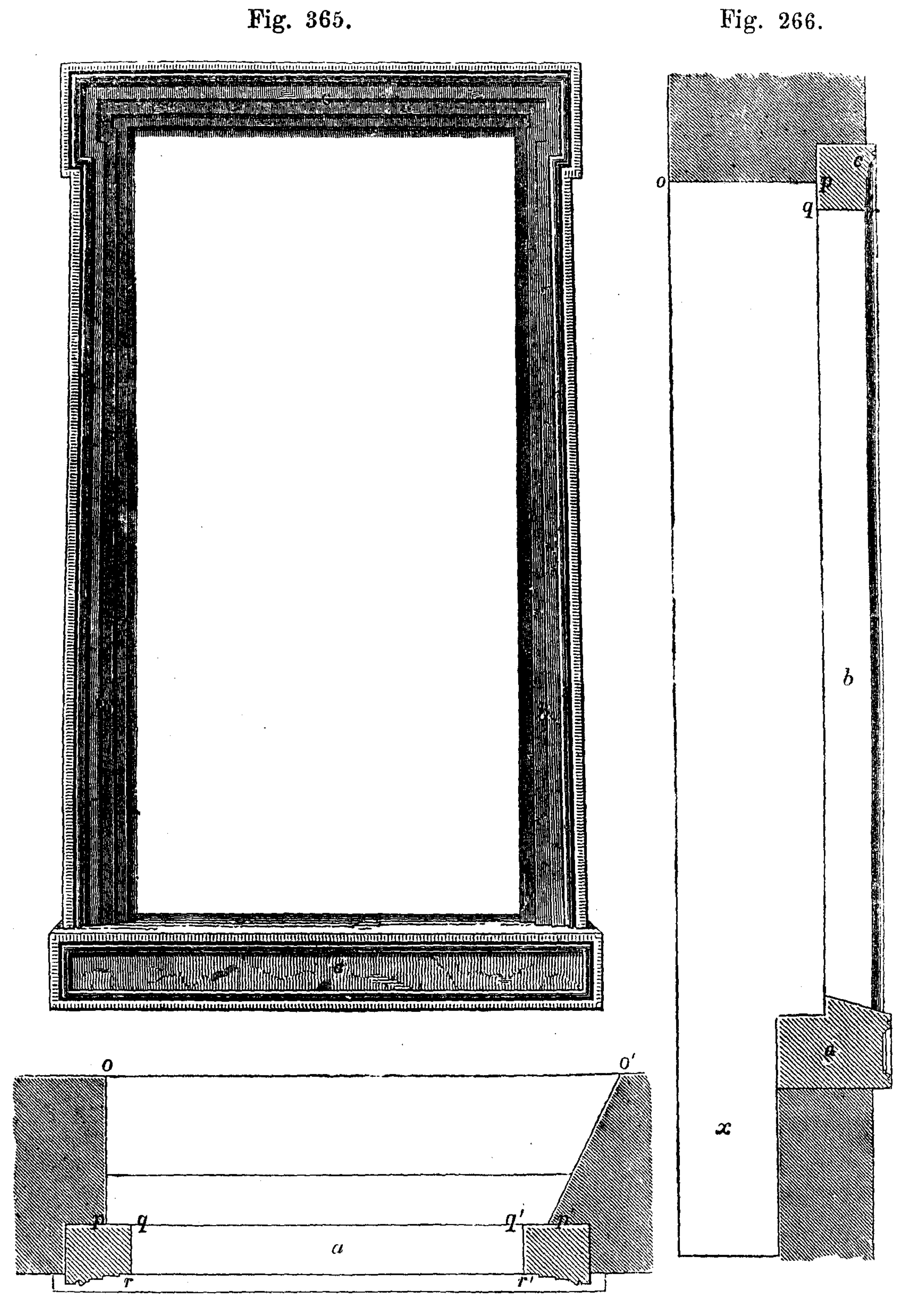
3. Die Ueberdeckung der Oeffnung c, Sturz genannt.

Der Mauervorsprung pqr heißt Anschlag und dient dazu, das Fenster selbst in der äußeren Ansicht etwas zurücktreten zu lassen, namentlich aber um die Befestigung des Fensterrahmens zu ermöglichen. Die innern Wandungen der Fensteröffnungen heißen Leibungen und zwar op und o'p' als innere Leibungen, pr und p'r' als äußere Leibungen. Die äußere Leibungstiefe ist für öffentliche Gebäude meistentheils $1/3^{m}$ in Haustein, 1 Stein in Mauer-Ziegeln, für Privatgebäude die Hälfte dieser Maße. Das Normale für die innere Leibung po ist 25^{zm}. Oft macht man die letztern auch schräg wie bei o'p', um dem Lichte noch besseren Zutritt zu gestatten.

Die Breite des Anschlages pq richtet sich nach der Einrichtung des Fensters. Man wählt am richtigsten, $6^1/_2$—8^{zm} für einfache Fen-

ster ohne Laden, 10 ^{zm} für Doppelfenster, 10 ^{zm} für einfache Fenster mit Klapplädeen, 13—18 ^{zm} für Doppelfenster mit Klappläden.

Fig. 365. Fig. 266.

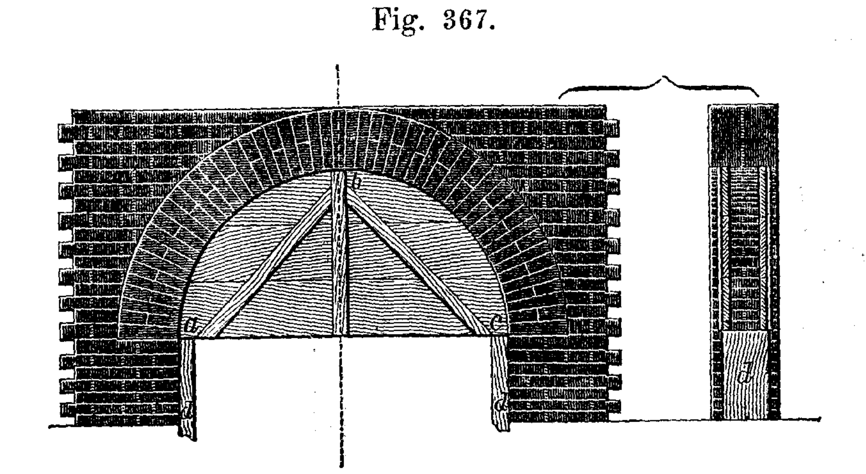


Den *Sturz* kann man aus Holz bilden, wie bei Fachwerksge-bäuden, oder aus einem einzigen Werkstück, wenn man mit Haustein

baut, oder man kann ihn auch von Bruch- oder Mauersteinen in Mörtel wölben und von letzteren soll hier besonders die Rede sein. Man berücksichtige bei diesen Wölbungen aber auch das, was §. 44 über die Verstärkung der Widerlager gesagt worden ist, sobald dieselben verhältnißmäßig zu schwach sind.

Fig. 367 zeigt die Ansicht und den Durchschnitt eines halbkreis-

Fig. 367.



förmigen Bogens über einer Thüröffnung von $1^1/_2$ m lichter Weite.

Der Bogen ist 1 Stein stark und eben so breit. Die Steine müssen wenigstens abwechselnd keilförmig gehauen werden, wie es bei den ab und bc zu sehen ist, es taugt nichts wenn der Fugenschnitt ganz allein durch den Kalk hervorgebracht wird. Im Gegentheil sollen alle Fugen oben und unten gleich stark sein (nicht klaffen.) Anderenfalls ist es besser den Bogen in Ringen von $^1/_2$ Stein Stärke zu wölben. Vergl. §. 51, 5. Um den Bogen wölben zu können, werden zwei Lehrbogen abc neben einander aufgestellt, die aus einzelnen gesunden Brettstücken, mittelst quer übergenagelter Leisten oder Latten verbunden, und nach einem Halbkreise ausgeschnitten sind. Zur gemeinschaftlichen Unterstützung der beiden Lehrbogen stehen zu beiden Seiten die Bohlenstücke dd.

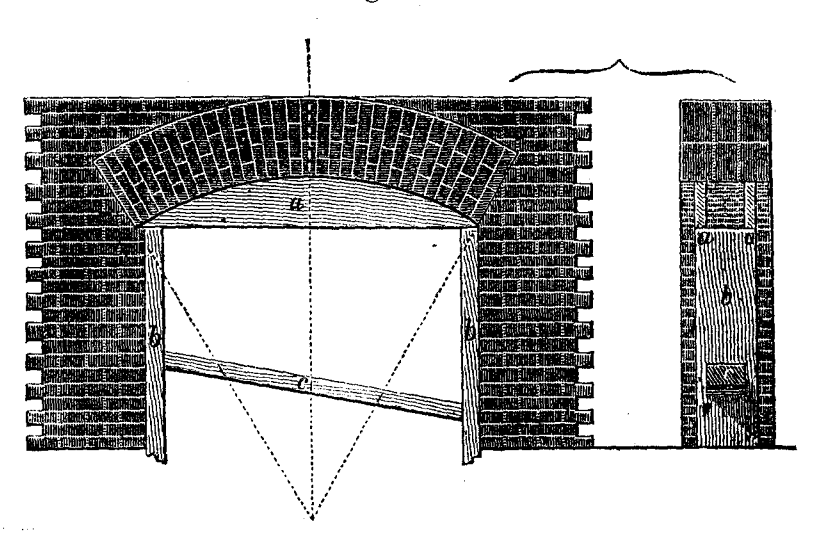
Zu bemerken ist, daß, wenn man bei Rundbögen für Thüren oder Fenster einen sogenannten Anschlag parallel herumführt, man dann die Thür oder das Fenster nicht vollständig aufmachen kann. Soll der Halbkreis ein feststehendes Fenster erhalten, was man bei Thüren auch Oberlicht nennt, so hat das weiter nichts auf sich; sonst aber muß man den Anschlag entweder sehr groß machen oder senkrecht etwa bis zum Scheitel des äußeren Halbkreisbogens aufführen und kann ihn dann mit einem flachen Bogen überspannen. Bei Hausthüren

thut man jedoch besser, die Thür an die innere Mauerfläche anschlagen zu lassen, wodurch sie mehr gegen Schlagregen geschützt ist.

Dieselben Rücksichten in Betreff des Anschlages sind auch bei flacheren und bei Stichbögen zu nehmen, hingegen nicht bei scheitrechten Bögen.

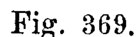
Figur 368 stellt eine Maueröffnung nach einem flachen Kreisstück überwölbt vor, ebenfalls $1{,}5^{m}$ breit. Der Bogen ist $1^{1}/_{2}$ Stein stark

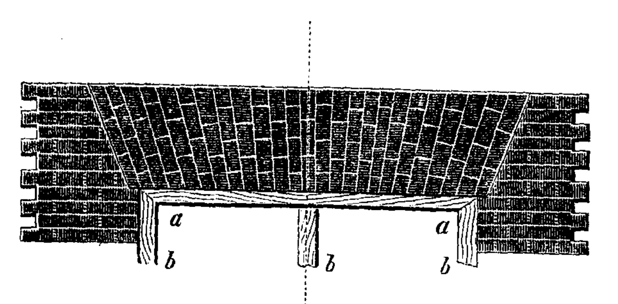
Fig. 368.



und eben so breit. Jeder von den beiden Lehrbogen besteht nur aus einem einfachen Brettstück a, welches in Form eines Kreisabschnittes nach der innern Wölbungslinie ausgeschnitten ist, und durch zwei andere starke Bretter bb an beiden Enden unterstützt ist, welche letztere durch die Spreize c auseinander gehalten werden.

Fig. 369. Ein zwei Stein starker, scheitrechter Bogen, ebenfalls $1{,}5^{m}$ breit, aus keilförmig gehauenen Steinen. Jeder scheitrechte Bogen senkt sich etwas und erhält deshalb 2^{zm} Stich. Der Mittelpunkt des Bogens liegt da, wo die verlängerten Linien der Fugenschnitte die Mittellinie der Oeffnung schneiden. Dieser Mittelpunkt muß immer so tief liegen, daß die gehauenen Steine, wo sie am schmalsten sind, mehr als die Hälfte ihrer Stärke behalten, noch besser aber so tief, daß man nicht mehr nöthig hat, die Steine viel zu hauen.

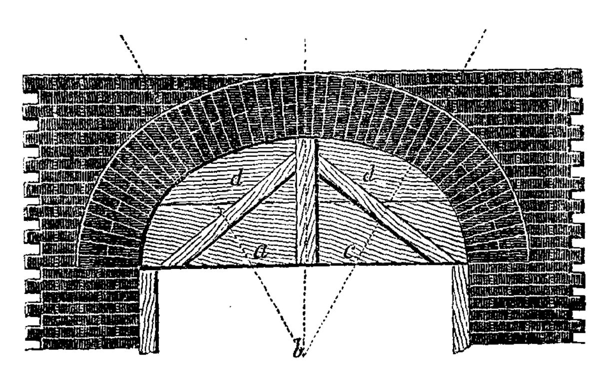

Fig. 369.



Als Lehrgerüst dient hierzu ein wagerecht liegendes Brett a a, welches durch die 3 senkrecht stehenden Bohlenstücke b b b unterstützt wird.

Fig. 370 stellt die Wölbung eines gedrückten, 1 Stein starken Bogens vor, über eine $1^1/_2{}^m$ weite Oeffnung. Die Bogenform ist eine Korblinie, welche aus den Mittelpunkten a b c beschrieben ist.

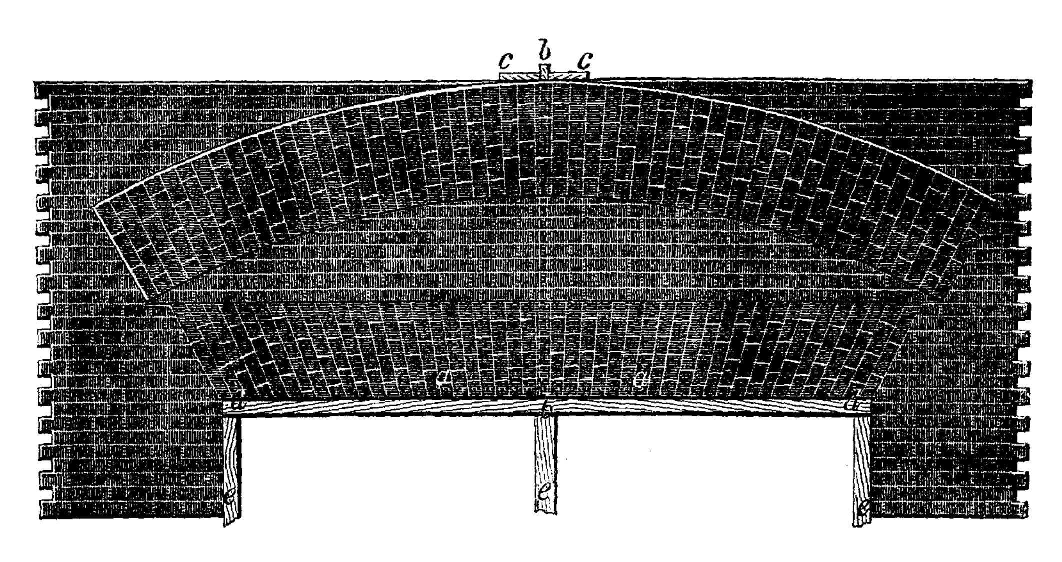
Fig. 370.



Der aus ordinairen Brettstücken zusammengefügte Bogen d d wird an beiden Enden von den senkrecht gestellten Stützen getragen. Betreff des Korbbogens ist noch zu bemerken, daß man denselben im Aeußern der Gebäude nicht gern verwendet, da der Halbkreis, aber auch der Stichbogen ein besseres Aussehen haben, als der gedrückte Bogen.

Fig. 371. Ein scheitrechter, $1^3/_4$ Stein starker Bogen über eine 3^m weite Oeffnung.

Fig. 371.



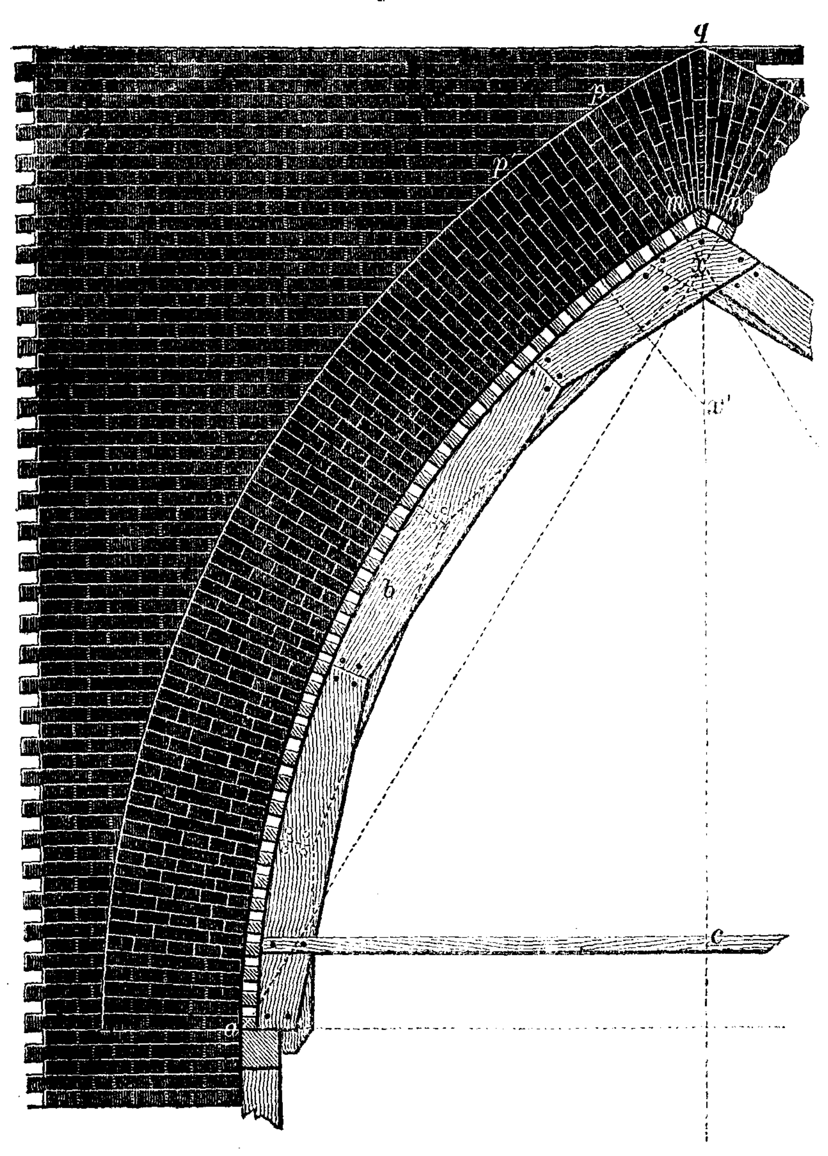
Damit derselbe nicht die ganze Last des darüber stehenden Mauerwerks zu tragen habe, was besonders bei einer so großen Spannung den Einsturz des Bogens nach sich ziehen würde, so ist über demselben ein flacher Bogen eingewölbt, welcher dem unteren die Last abnimmt, und deswegen ein Ablastebogen genannt wird. Der Zwischenraum, welchen der Ablastebogen und der scheitrechte bilden, wird nachträglich ausgemauert. Außerdem wird die Last des scheitrechten Sturzes an dem Ablastebogen mittelst eiserner Anker b b, durch welche oben und unten starke eiserne Splinte a a und c c gesteckt sind, aufgehängt, so daß hierdurch jede Senkung des Sturzes

verhindert wird. Da der untere Bogen vom Ablastebogen mit gehalten wird, so ist es zweckmäßig, ihn nicht zu stark und aus möglichst leichten Steinen herzustellen.

Zum Lehrgerüste dient eine wagerecht gelegte, 10^zm starke Bohle d d, welche durch die drei Stützen e e e getragen wird. Zuerst wölbt man den scheitrechten Bogen und legt den Anker b b gleich mit ein. Alsdann wird der Ablastebogen gewölbt. Das Lehrgerüst des scheitrechten Bogens bleibt so lange stehen, bis beide Bogen hinlängliche Festigkeit durch Austrocknen erhalten haben. Im Uebrigen ist es zweckmäßig, statt dieser Anordnung lieber von vorn herein einen Stichbogen zu wählen, wenn man nicht den Halbkreis anwenden kann, was noch besser ist.

Fig. 372 zeigt die Wölbung eines Spitzbogens, über eine Oeff=

Fig. 372.



nung von 4,4m lichter Weite. Jeder von den beiden Bogen, die im Scheitelpunkte spitz zusammenlaufen, ist aus dem gegenüberliegenden Kämpferpunkte a mit einem Halbmesser beschrieben, welcher der lichten Bogenweite gleich ist; daher laufen auch die verlängerten Gewölbefugen eines jeden Gewölbeschenkels in den ihm gegenüberliegenden Kämpferpunkte zusammen. Hieraus entspringt aber, wie man aus Figur 372 sehen kann, für die Steinconstruction im spitzen Scheitel eine Schwierigkeit, indem hier die Fugen nicht mehr nach den genannten Punkten gerichtet sein können; sind nämlich pm und rn die letzten Fugen, welche verlängert nach den beiden Kämpferpunkten aa gehen, und schneiden sich ihre Richtungen in dem oberen x, so ist dies der Centralpunkt für die Gewölbefugen, die in der Gegend des Scheitels innerhalb nmpqr treffen.

Da nun des Steinverbandes wegen die Ziegelsteine zu sehr verhauen werden müssen, um die in der Figur angegebene Construction auszuführen, so würde es sehr zweckmäßig sein, den ganzen Gewölbetheil nmqpr aus einem einzigen Werkstück auszuhauen, und als einen zusammenhängenden Schlußstein zwischen den beiden Gewölbeschenkeln zu versetzen. Auch kann man den Schlußstein aus gebranntem Thon anfertigen lassen, was namentlich dann vorzuziehen sein würde, wenn viele solcher Spitzbogen von gleicher Größe zu mauern sind, und das Gebäude keinen Abputz (Bewurf) erhält, sondern die Steinconstruction außerhalb sichtbar bleibt.

Ein anderes Verfahren den Schluß leicht herzustellen, ohne die Ziegel stark zu verhauen, besteht darin, daß man den Theil pqrnm in einzelnen übereinander gewölbten, $\frac{1}{2}$ Stein starken Ringen herstellt und nachträglich die Fugen zusammenreibt, so daß das Ganze wie ein Schlußstein aussieht, den man alsdann etwas heller anstreicht, als die Farbe der übrigen Ziegel ist. Will man das nicht, so ist es bequemer, etwa das untere x′ statt des Mittelpunktes x (Fig. 372) zu nehmen und von p′ ab, den Fugenschnitt nach dem unteren x′ gehen zu lassen.

Der Lehrbogen bb ist aus doppelt zusammengeschlagenen Brettstücken gefertigt, und mit seinen untersten Enden bei aa auf wagerechte Rahmstücke, die von lothrechten Stielen getragen werden, aufgeklaut. Außerdem steht der Bogen auf Keilen. Die Spannlatte c, welche beide Bogenschenkel zusammenhält, darf nicht weggelassen werden.

Da der Breite des Bogens wegen hier quer über beide Lehr-

bogen (den äußern und innern) eine Schalung von Breit- oder Lattenstücken aufgelegt wird, so muß man bei Aufreißung des Lehrbogens die Stärke dieser Schalung, von seiner lichten Weite auf beiden Seiten, vom Halbmesser abziehen und danach die Bogenlinie bestimmen.

Diese Vorsicht ist in allen Fällen nöthig, wo eine Schalung auf die Bogen zu liegen kommt, weil sonst die Bogen bis unmittelbar unter das Gewölbe reichen würden und keine Schalung mehr aufliegen könnte. Im Uebrigen vergleiche man §. 45.

Die Steinverbände für die bisher gegebenen Bogenstärken sind in den abwechselnden Gewölbeschichten, in den folgenden Figuren dargestellt. Dieselben entsprechen durchaus den Pfeilerverbänden, nur daß man hier die Construktionen mit Dreiquartiren denjenigen mit den zerbrechlichen Riemstücken vorzieht.

Fig. 373. Steinverbände zu Mauerbogen von der Stärke eines Steines, und zwar:

A. Zwei Schichten bei einer 1 Stein breiten Leibung.
B. " " " " $1^1/_2$ " " "
C. " " " " 2 " " "
D. " " " " $2^1/_2$ " " "

Fig. 373.

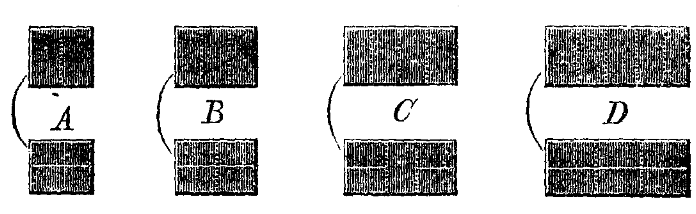


Fig. 374. Steinverbände zu Mauerbogen von $1^1/_2$ Stein Stärke, und zwar:

A. Zwei Gewölbschichten bei einer 1 Stein breiten Leibung
B. " " " " $1^1/_2$ " " "
C. " " " " 2 " " "
D. " " " " $2^1/_2$ " " "

Fig. 374.

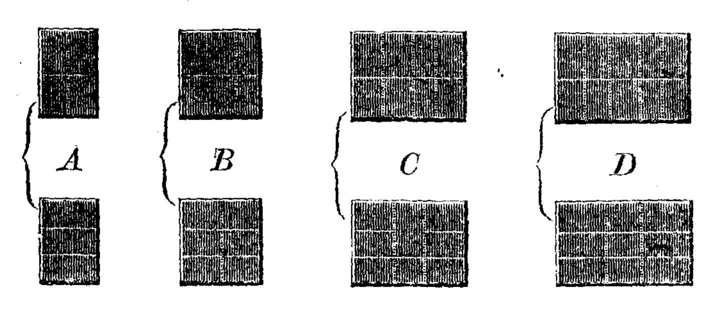




Fig. 375. Verbände zu 2 Stein starken Mauerbogen, und zwar:
A. Zwei Schichten bei einer $1\frac{1}{2}$ Stein breiten Leibung
B. „ „ „ „ 2 „ „ „
C. „ „ „ „ $2\frac{1}{2}$ „ „ „

Fig. 375.

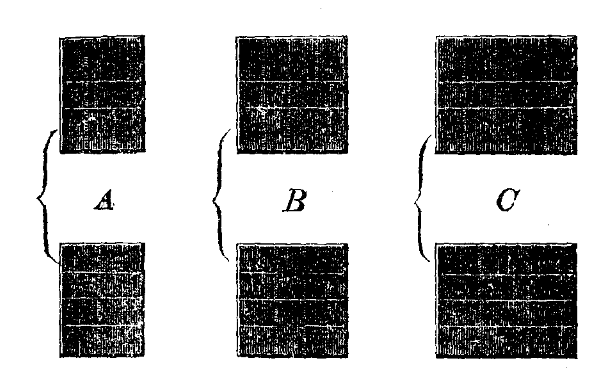


Fig. 376. A. Verband für $2\frac{1}{2}$ Stein starke Bogen.
Zwei Steinschichten bei einer 2 Stein starken Leibung.

Fig. 377. B. Verband für $2\frac{1}{2}$ Stein starke Bogen.
Zwei Steinschichten bei einer $2\frac{1}{2}$ Stein breiten Leibung.

Fig. 376.

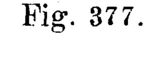


Fig. 377.

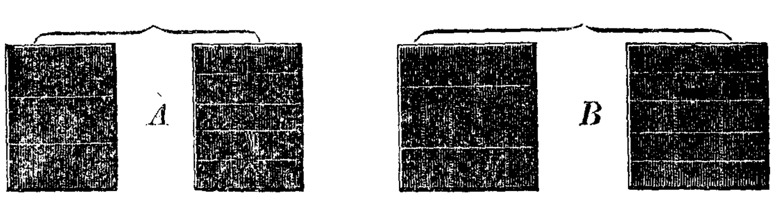


Fig. 378 zeigt ein Fenster von $1\frac{1}{4}{}^{m}$ lichter Weite und $2\frac{1}{2}{}^{m}$ m Lichten hoch, in einer Mauer von $1\frac{1}{2}$ Stein Stärke. A ist die iäußere Ansicht, B der mittlere Querdurchschnitt und C die innere Ansicht.

Um in der Frontansicht einen geraden Fenstersturz zu erhalten, ist außerhalb scheitrecht $1\frac{1}{2}$ Stein dick, innerhalb aber nach einem flachen Kreisbogen gewölbt. Das nach der Breite des Fensters eingelegte Brett aa, welches der Steg genannt wird, dient als Lehre für die Wölbung des scheitrechten Sturzes und ist nur 13 ^{zm} breit. Um den inneren Fensterbogen wölben zu können, wird der Lehrbogen b Fig. 360 etwa 4—5 ^{zm} über der Unterkante des geraden

Sturzes aufgestellt, und sowohl dieser wie der Steg durch das Brettstück c in der Mitte unterstützt. Auf dieser Stütze ist der Mittelpunkt

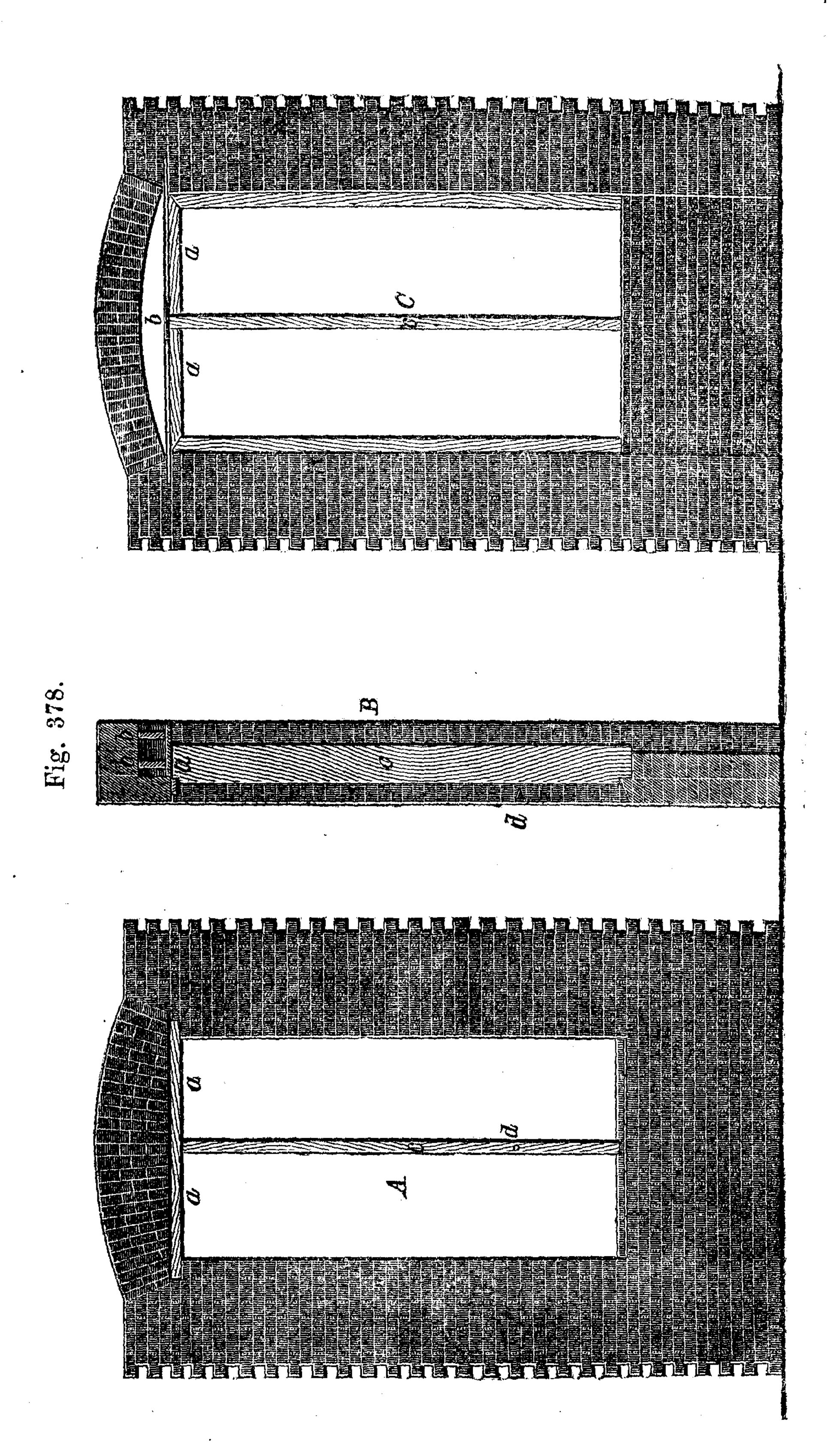


Fig. 378.

d, Fig. 378 A und B, aus welchem der Lehrbogen beschrieben wird, genau bemerkt, daß ein Nagel eingeschlagen und in diesem eine Schnur befestigt, welche dem Maurer die Richtung der Fugen angiebt. (Geübte Maurer bedürfen dieser Schnur in der Regel nicht).

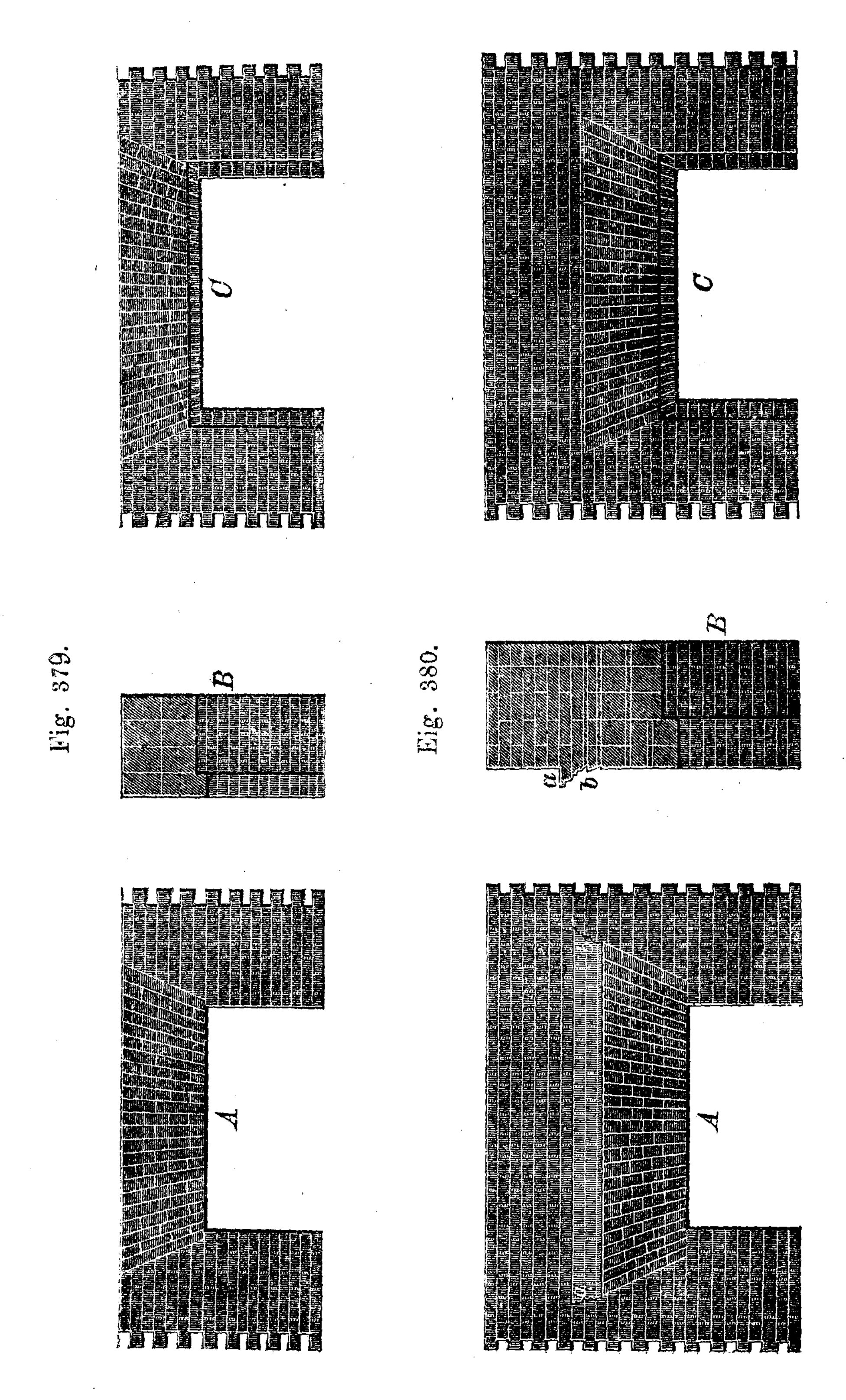


Fig. 379.

Fig. 380.

Fig. 379 zeigt die Construction eines Fenstersturzes, der sowohl außerhalb als innerhalb scheitrecht gewölbt ist. Hierbei ist A die äußere Ansicht, B der Durchschnitt durch die Mitte, und C die innere Ansicht.

Diese Art der Fenstersturze ist bei gewöhnlichen Maßen eben so

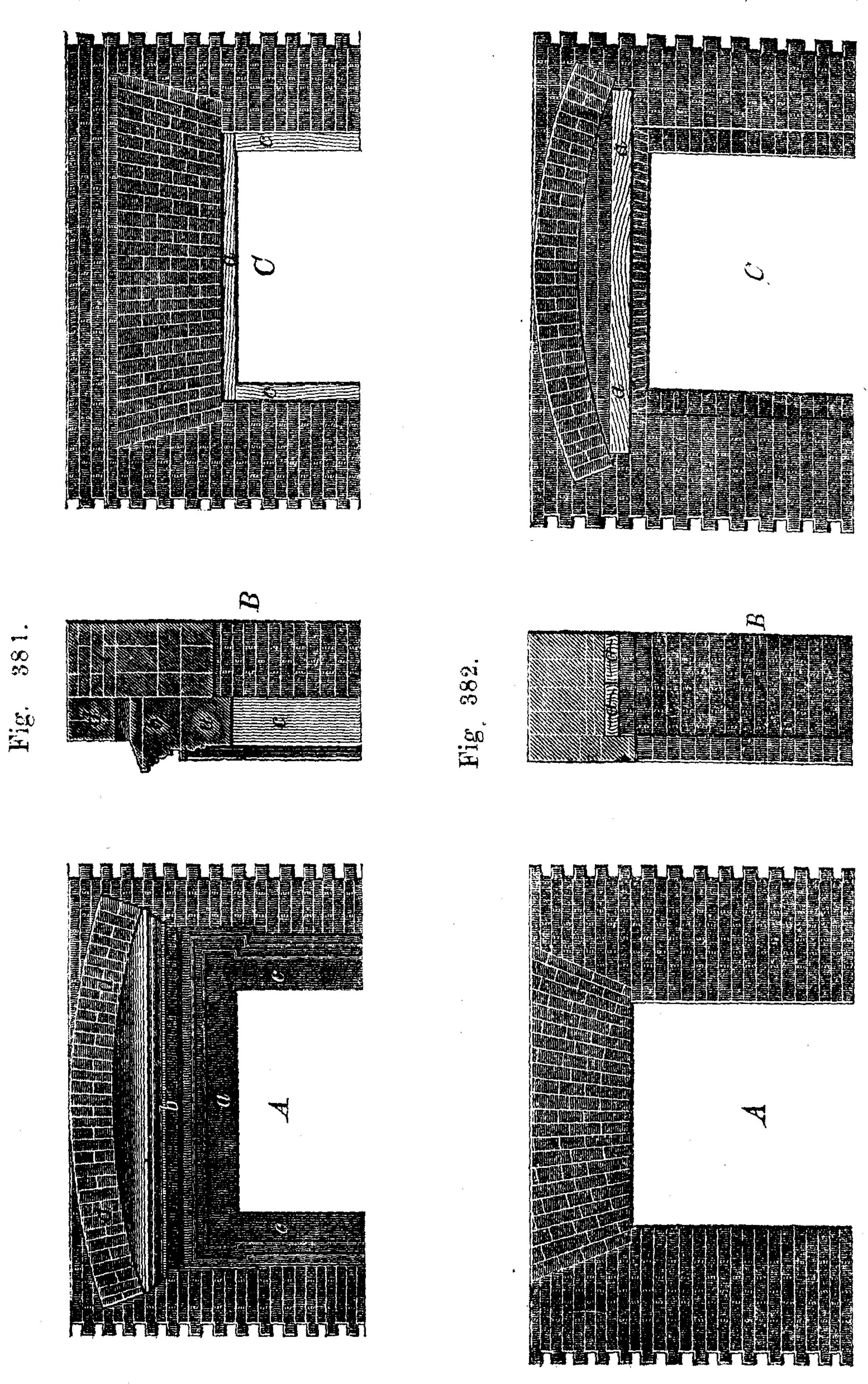


Fig. 381.

Fig. 382.

stark, wie die in Fig. 378 dargestellte und man gewinnt dabei den Vortheil, die Fensterzarge ohne die geringste Schwierigkeit einsetzen zu können, und den Vortheil eines bessern Ansehens, als wenn der äußere und innere Sturz verschieden sind.

Fig. 380. Ein auf beiden Seiten senkrechter Fenstersturz, in einer $2^1/_2$ Stein starken Mauer. A die äußere Ansicht, B der Durchschnit, C die innere Ansicht.

Oberhalb des Sturzes ist durch den Vorsprung der Steine a b (in Fig. 380 B) die Fensterbekrönung angegeben, welche vorgemauert und beim Abputz der Mauerfront, zugleich mit den übrigen Theilen der Fenstereinfassung, nach der Lehre (Chablone) in Putz gezogen wird.

Fig. 381 zeigt die Anordnung eines Fenstersturzes, bei welcher die Seiteneinfassung und der Sturz aus Werkstücken bestehen; A äußere Ansicht, B Querdurchschnitt und C innere Ansicht.

Der Sturz wird aus zwei übereinander gelegten Sandsteinstücken a und b gebildet, wovon das untere a an beiden Enden auf den ebenfalls aus Sandstein gefertigten Steineinfassungen c c aufliegt. und mit diesen das Fenstergewände bildet. Das obere Stück b dient als Fenstergesims, und wird von dem Steinmetz nach gegebener Chablone ausgearbeitet.

Ueber diesem aus Haustein gefertigten Sturz ist der flache Ablastebogen d d in der Mauer eingewölbt, welcher den Zweck hat, den Sturz von der Last des Mauerwerks, welches darauf steht, zu befreien. Der übrige Theil des Mauerwerks ist scheitrecht überwölbt, damit auch im Innern ein gerader Fenstersturz entstehe.

Bei dem Fig. 392 gezeichneten Fenstersturze findet außerhalb ein scheitrechter, innerhalb aber ein flacher Kreisbogen statt, welch letzterer aber durch ein eingelegtes Bohlenstück gerade ausgeglichen wird. A ist die äußere Ansicht. Der im Innern angebrachte flache Bogen muß so hoch über der Unterkante des äußeren geraden Sturzes anfangen, daß nicht blos ein hinreichend großer Fensteranschlag, sondern auch noch für das Bohlstück a a Platz übrig bleibt, welches in einer Stärke von etwa 10 zm aus gesundem Eichenkernholz angefertigt und nach der Breite der Fensteröffnung eingesetzt wird. Die untere Ansicht des eingesetzten Bohlenstückes kann entweder gerohrt und geputzt werden, oder man kann darin eine Füllung anbringen, welche mit den, an den Seiten befindlichen Fensterladen, in Uebereinstimmung steht.

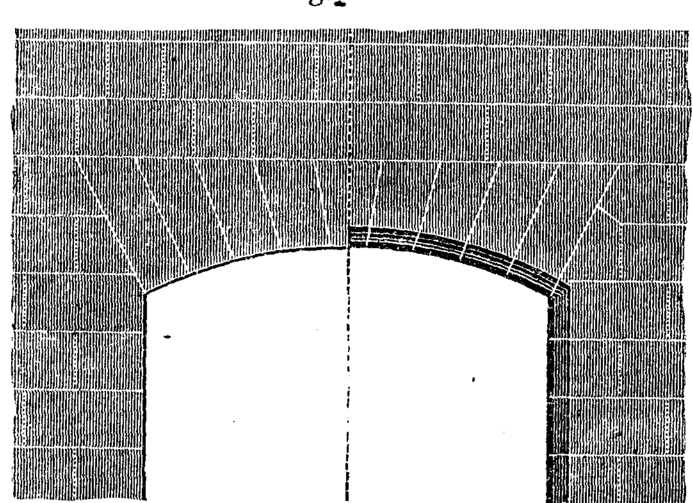
Werden die Thür- und Fensterstürze aus Schnittsteinen gebildet, so sind die Centralfugen etwas zu brechen. Wegen der geringen Trag-

fähigkeit der Sandsteinbogen ist der Kreissegmentbogen mehr zu empfehlen.

Nach Fig. 383—89 ist hierbei die obere Kante des Wölbsteins gradlinig, da sonst spitze Winkel entstehen, welche streng zu vermeiden sind. Dieser Grundsatz ist auch bei den halbkreisförmigen Bogen zu beachten. Die Bögen aus Schnittsteinen dürfen keine ankerartig gestalteten Wölbsteine haben, da außer dem unnöthigen Materialverlust bei dem Anfertigen noch der Nachtheil entsteht, daß in Folge eines Setzens des Gebäudes die Ankersteine leicht brechen. (Fig. 384.)

In Sandsteinarmen Ländern kommt es häufig vor, daß nur der Fensterbogen aus Sandstein hergestellt wird, die Mauerfläche hingegen geputzt wird. In solchen Fällen werden die Wölbsteine nach Fig. 385 bearbeitet.

Fig. 383.



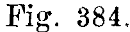


Fig. 384.

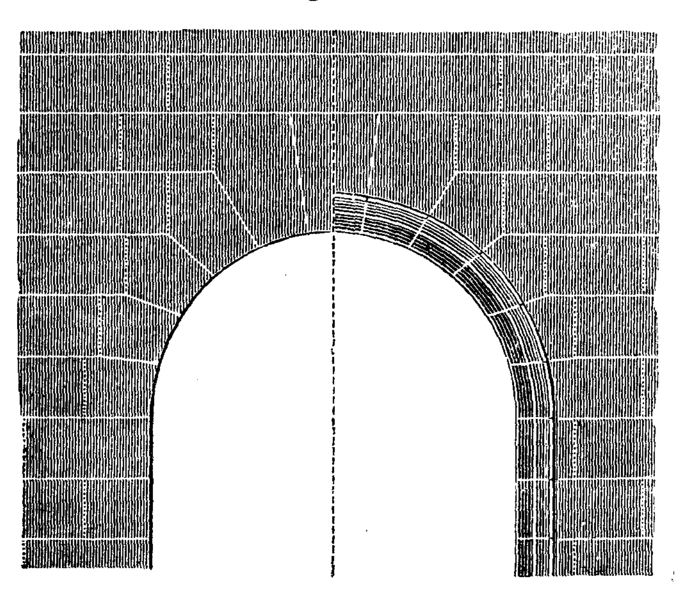


Fig. 385.

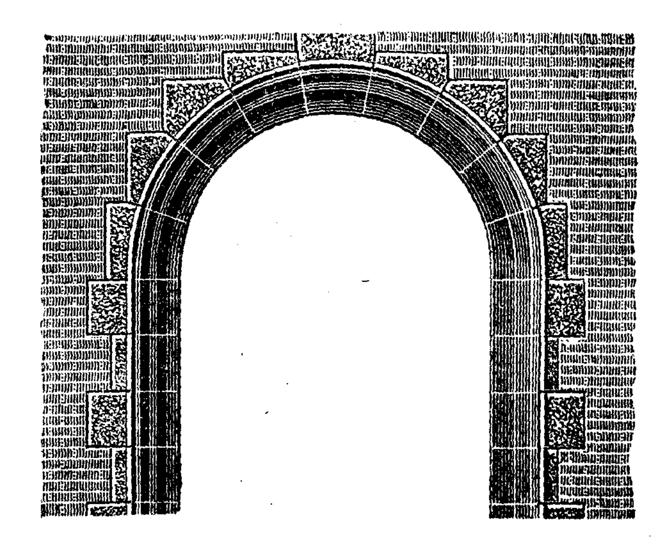


Fig. 486 bis 389 enthält in verschiedenen Ansichten die Anordnung bei Einwölbungen von Rauchmänteln und bei der Mauerung der Küchenherde.

Fig. 386 ist die obere, Fig. 387 die vordere Ansicht eines Rauchmantels; Fig. 390 ist die Ansicht übereck parallel mit xy.

Unter dem Rauchmantel ist der offene Küchenherd hh Fig. 390 besonders gezeichnet, welcher aus einem Tonnengewölbe besteht, dessen Hintermauerung oben wagerecht abgeglichen und dann mit Fließen belegt wird. Dabei sind die Steine in *Lehm* zu vermauern; weil dieser dem Feuer besser als Kalkmörtel widersteht. Fig. 388 ist der Durchschnitt nach der Richtung vw in Fig. 386; in Fig. 389 ist der Grundriß der zugehörigen Küche nach einem halb so großen Maßstabe gezeichnet. Es ist angenommen, daß neben dem Küchenheerde **h** eine Mauer a aufgeführt werde, auf welcher die Rauchfanghölzer ruhen.

Fig. 386.

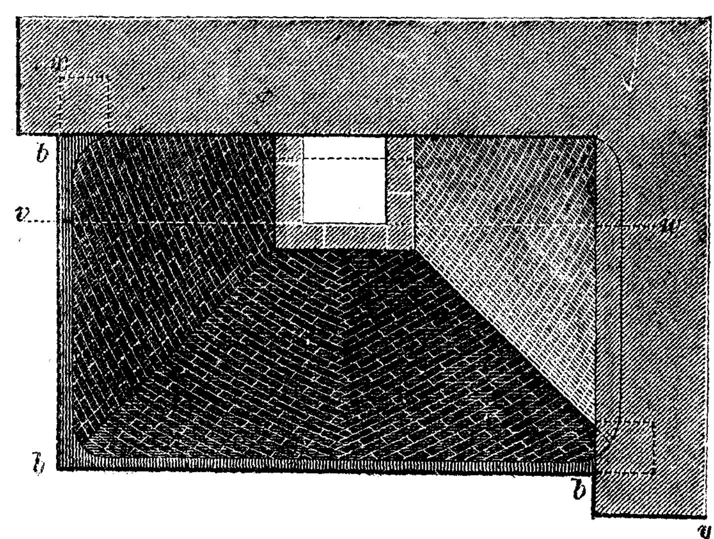


Fig. 387.

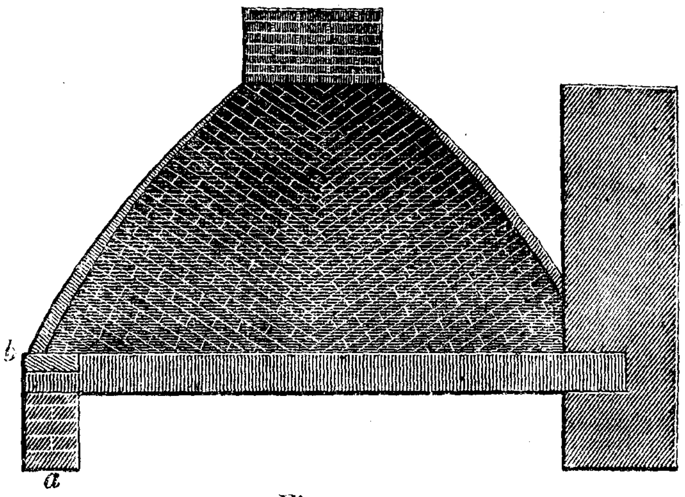


Fig. 388.

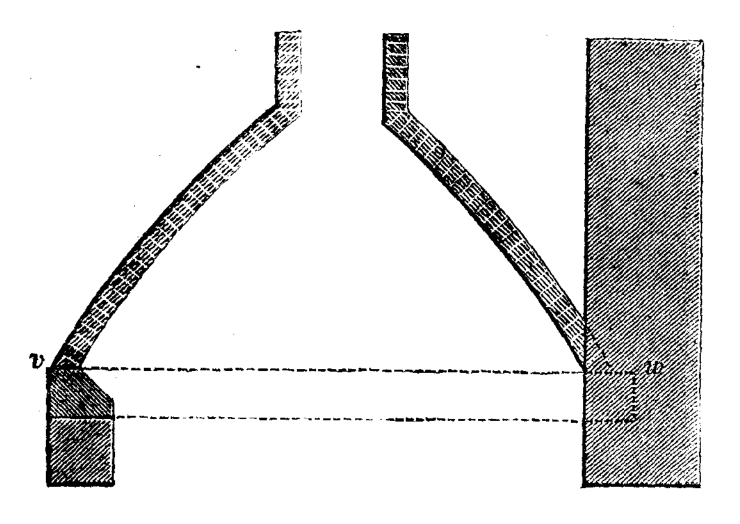
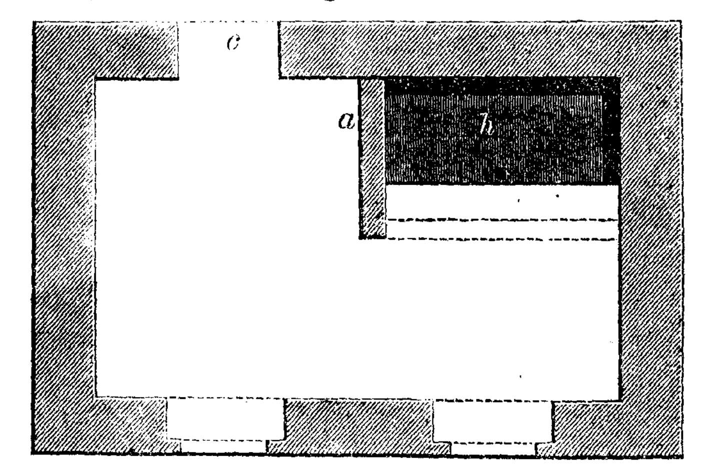


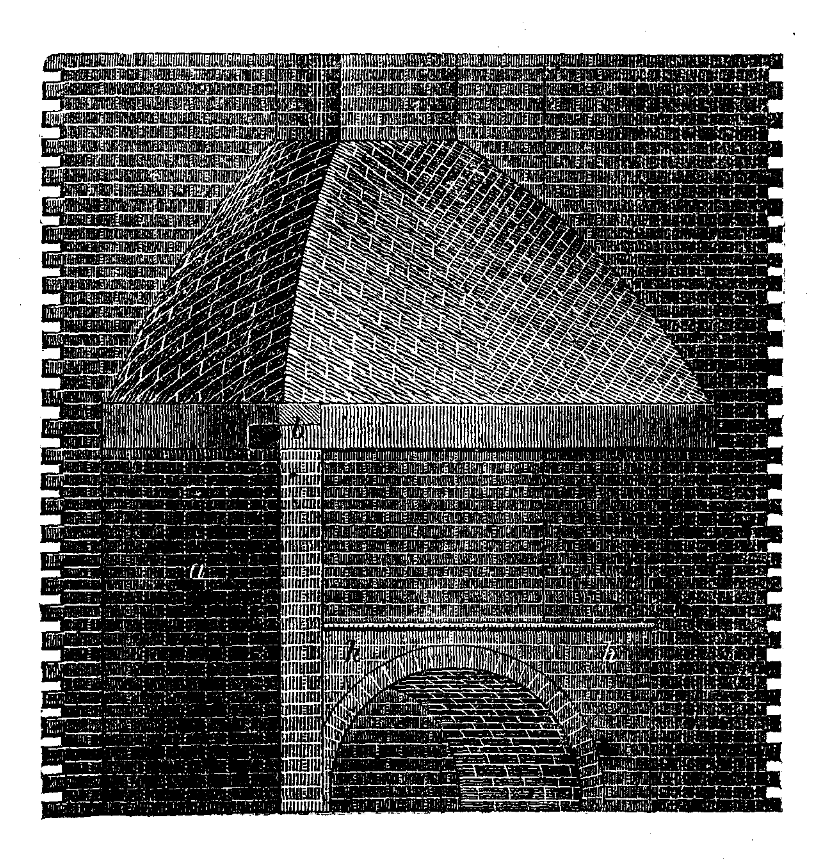
Fig. 389.



Wäre diese Mauer nicht da, so müßte das Rauchfangholz vermittelst eines eisernen Bolzens, der bei b (Fig. 390) durchgebolzt wird, an dem Deckenbalken aufgehangen werden. Vorzüglich aber verhindert

diese Mauer, daß durch häufiges Auf- und Zumachen der Küchenthür c (Fig. 89) Luftzug unter dem Rauchmantel entstehe, wodurch der Rauch in die Küche getrieben wird. Uebrigens versteht es sich von selbst, daß diese Anordnung nur in dem untersten Stockwerk, wo jene Mauer gehörig fundamentirt ist, zulässig sein kann; in den oberen Stockwerken muß man sich begnügen, das Rauchfangholz auf die ge-

Fig. 390.



wöhnliche Art aufzuhängen; wenn man nicht einen verdeckten oder sogenannten Sprungherd mit geschlossener Feuerung anwendet, wo dann der Rauchmantel überflüssig wird. Die Rauchmäntel werden aus freier Hand, also ohne Beschalung gewölbt.

Die Lage, welche die Steinschichten erhalten müssen, ist aus den Zeichnungen ersichtlich, und zwar ist diese Wölbeweise, wobei der Druck auf die unterstützten Ecken übertragen wird, besser als wenn man, wie bei größeren Klostergewölben, in Schichten parallel zum Widerlager wölbt. In untergeordneten Gebäuden pflegt man die Sturze von Lehmsteinen in Lehm zu wölben, sonst werden sie von gebrannten Mauersteinen in Lehm gewölbt, bei sehr großen dergleichen Wölbungen pflegt man aber Kalkmörtel dazu zu nehmen,

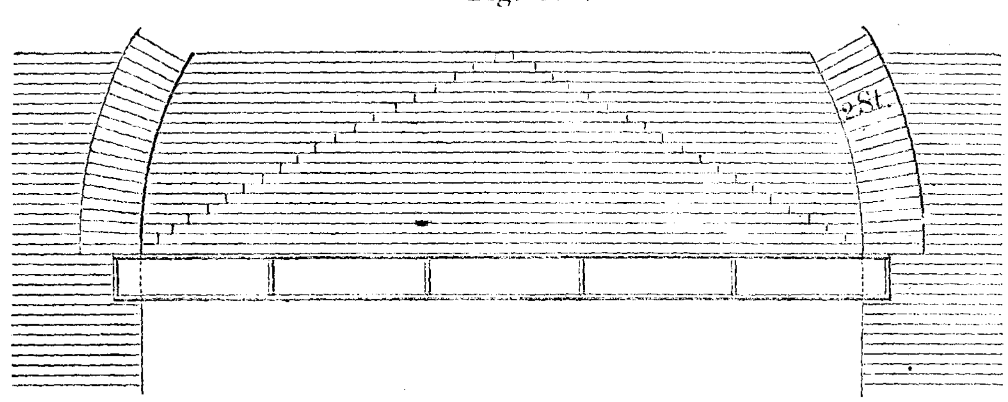
welcher die Steine fester zusammenhält, und bei der größeren Entfernung vom Feuer eben auch nicht leidet.

In neuerer Zeit werden die Rauch- oder Dunstmäntel meistens aus Zink, namentlich Wellenzink gefertigt. Seltener aus Cement-Gußmasse.

Große scheitrechte Wölbungen bei Thorwegen sind möglichst zu vermeiden und durch Kreisbogen zu ersetzen; andernfalls muß man aber, namentlich wenn sie nahe an die Frontecken der Gebäude kommen, die Widerlager vormauern und zur Tragung des Bogens, je nach der Stärke der Mauer eiserne Stangen unterlegen. Durch diese Tragestangen, welche mit Splinten an jeder Seite versehen sind und zugleich die Verankerung des Bogens bilden, läßt man in der Mitte einer jeden einen eisernen Bolzen senkrecht durch den Ablastebogen gehen, oben werden Splinte durchgeschoben, so daß der scheitrechte Bogen in der Mitte sich weder senken, noch der Anker wegen nach der Seite ausweichen kann. In neuester Zeit wendet man bei weiten geraden Thorwegsturzen und ähnlichen Fällen alte Eisenbahnschienen als Tragebalken an, welche an den Seiten versplintet und überwölbt werden.

Um diese Eisenträger nicht unnütz zu belasten, pflegt man das darüber befindliche Mauerwerk, wie bei Thür- und Fensteröffnungen, mittelst Entlastungsbogen abzufangen, siehe Fig. 391. Die wirk-

Fig. 391.

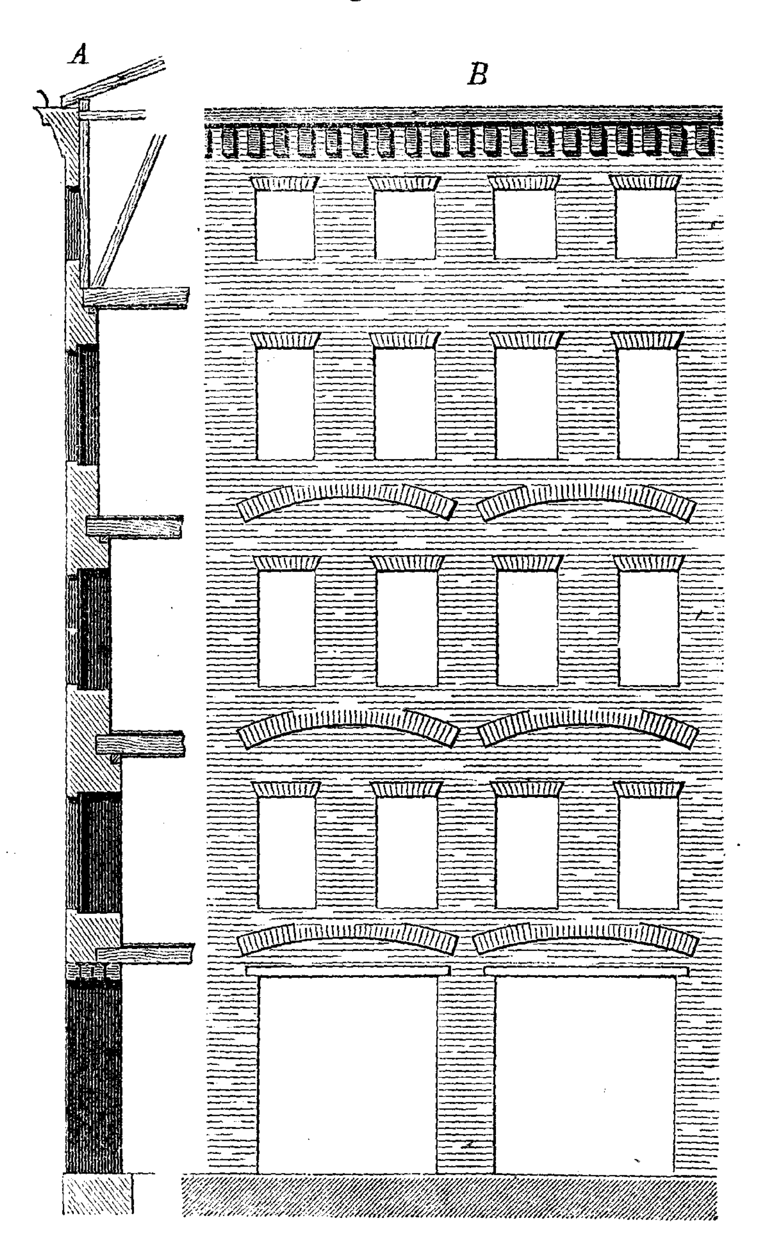


samste Form für Entlastungsbögen ist der Halbkreis, dessen Verwendung jedoch nur bei den Zwischenmauern möglich ist, der zwischen den Etagefenstern selten genügender Höhe zu seiner Herstellung ist.

Fig. 392 zeigt die Anwendung derartigen Entlastungsbögen bei einem fünfstöckigen Gebäude. Sie sind als Segmentbögen eingemauetr, und beträgt die mittlere Bogenstärke $1^1/_2$ und die unter 2 Stein.

Die großen Räume im Parterre sind mit gußeisernen Trägern überdeckt, und ebenfalls entlastet.

Fig. 392.



Die Mauerung über freischwebenden resp. eisernen Balken muß stets im Kreuzverband geschehen, weil die Bruchlinie dieses Verbandes in schräger abgetreppter Linie liegt, im Gegensatz zu den Blockverband, bei den sie sich senkrecht und zahnförmig gestaltet, und in Folge dessen die Vertheilung der Belastung in dieser Richtung stattfinden würde.

Fünfte Abtheilung.

Die steinernen Treppen.

---

§. 55. Allgemeines.

Zur bequemen Verbindung eines Raumes mit einem höher oder niedriger liegenden, bedient man sich hauptsächlich der Treppen.

Hauptbedingungen einer guten Treppe sind: 1) daß sie sich bequem hinauf- und hinuntersteigen lasse, 2) Eine hinlängliche Breite derselben, so daß bei Haupttreppen wenigstens zwei Personen bequem an einander vorbei können, (Boden- und Kellertreppen für eine Person) und daß überall die benöthigten Möbel und Geräthschaften transportirt werden können, 3) daß man bei großer Höhe derselben für angemessene Ruheplätze (Podeste) sorge, 4) daß sie tragfähig genug und 5) daß sie möglichst feuersicher ist.

Man solle die Treppenanlagen niemals vernachlässigen; man baut sie nicht eng, steil, finster, unbequem; man legt die Treppenhäuser in mehrstöckigen Häusern so an, daß sie nicht der Zugluft ausgesetzt sind, wodurch die Häuser auskälten und die an den Treppenflur anstoßenden Zimmer einen unverhältnißmäßigen Aufwand von Brennmaterial erfordern.

Man zeichnet jede Treppe in dasjenige Stockwerk ein, in welchem die erste Stufe derselben antritt. Bei der Eintheilung der Stufen, behufs näherer Bestimmung des Treppenraumes, beginnt man mit dem höchsten Stockwerke, da in ihm die meisten Stufen untergebracht werden müssen. Bei den anderen niedrigen Stockwerken läßt man die überflüssigen Stufen an den geeignetsten Stellen weg. Man zählt stets die Linien bei der Verzeichnung der Stufen, da jede Linie eine Steigung andeutet. In Fig. 393 z. B. sind vom Antritt 1 bis zum Podest A 12 Linien, also 12 Steigungen, hingegen nur 11 Auftritte vorhanden. Zählt man dagegen letztere, so kommen leicht Irrthümer bei Podesten und Austritten in den Etagen vor.

Die Anordnung der Treppenläufe wird durch die Grundrißarten bedingt, man unterscheidet:

1. Gerade aufgehende einarmige Treppen, Fig. 393, bis zu 15—18 Stufen, 1 ist der Auftritt, 24 der Austritt.

2. Einmal gebrochene Treppen Fig. 394.

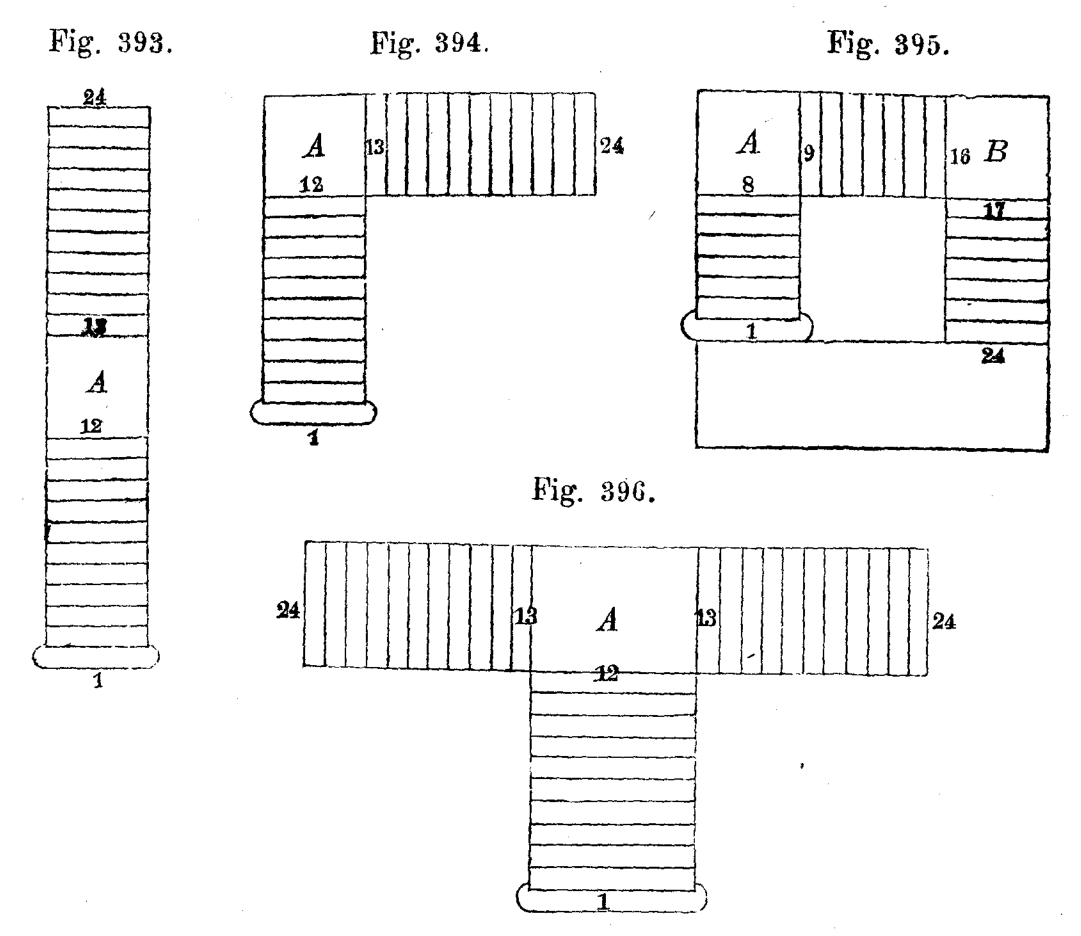


Fig. 393. Fig. 394. Fig. 395. Fig. 396.

3. Zweimal gebrochene Treppen Fig. 395. Es sind hier 2 Podeste A und B, Antritt 1, Austritt 24.

4. Doppelarmige gerade Treppen Fig. 396 und 397.

5. Einarmige gewundene Treppen, sogenannte Wendeltreppen Fig. 398 und 399. Diese Treppen bewegen sich um eine Spindel X die entweder voll oder hohl gemacht wird.

Fig. 400 zeigt eine doppelte Wendeltreppe in Form einer 8 mit zwei Spindeln. Fig. 401 eine *gewundene* Treppe mit gerade aus-

Fig. 397.

A
12
13
18
24
1
24

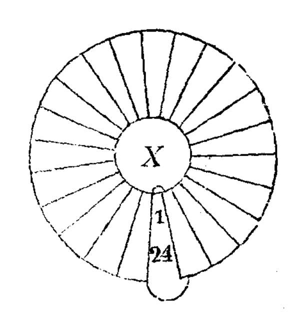
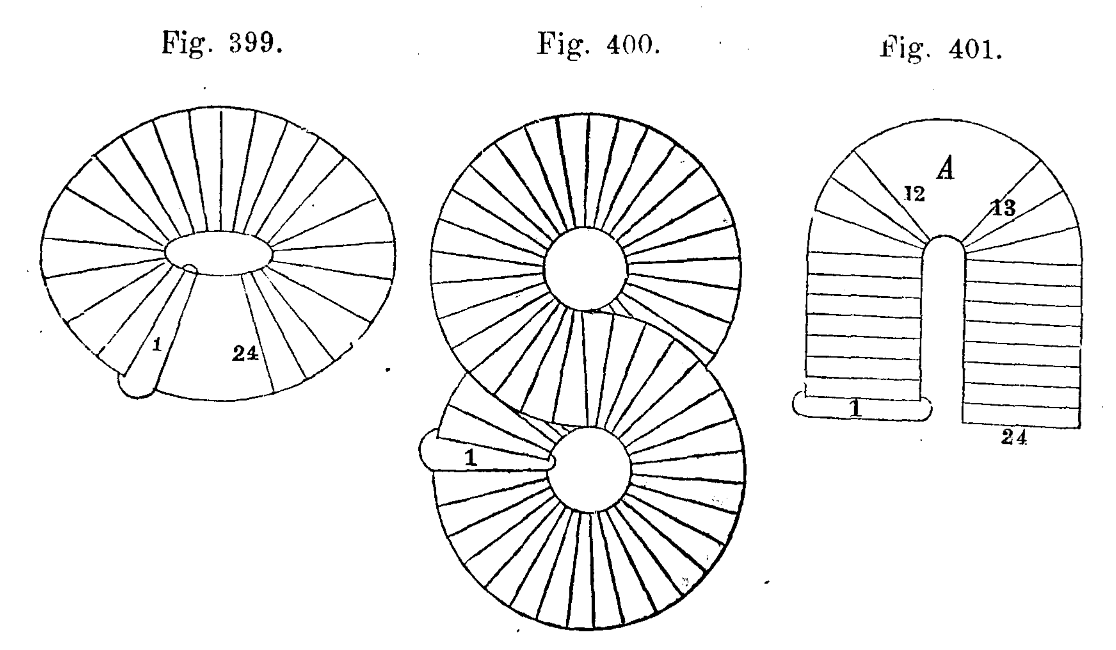


Fig. 398.

Fig. 399. Fig. 400. Fig. 401.



laufenden Armen. Ist nämlich die Curve der Treppenwindung nicht in sich geschlossen, sondern führt auf ein gerades Podest, so nennt man die Treppe eine gewundene oder eine Treppe mit gewundenen Läufen.

Die Höhe, um welche eine Stufe senkrecht von der nächstuntern absteht, heißt die Steigung. Die Breite, um welche je zwei Stufen wagerecht von einander abstehen, heißt der Auftritt. Die Seitenmauern oder Seitenstücke, worin die Stufen liegen, heißen die Wangen.

Um eine bequeme Treppe zu erhalten, darf die Steigung nicht mehr als 16 bis höchstens 18 ^{zm} betragen, denn dann erhält der Auftrit nach den später folgenden Regeln noch eine solche Breite, daß der Fuß bequem Platz hat. Damit jedoch untergeordnete Treppen, die mehr als 18 ^{zm} Steigung erhalten, sich noch leidlich besteigen lassen, müssen bestimmte Verhältnisse der Steigung zum Auftritt beachtet werden.

Denkt man über alle vorderen Kanten der Stufen eine gerade Linie gezogen, so macht diese mit der Wagerechten einen bestimmten Winkel, den Neigungswinkel der Treppe, welche bei 16 ^{zm} Steigung und 32 ^{zm} Auftritt etwa $26^2/_3$ Grad beträgt und dieser Winkel darf nicht viel überschritten werden, wenn die Treppe bequem bleiben soll; je steiler er wird, desto unbequemer wird die Treppe.

Das größte Maß für die Steigung, über welches hinaus die Treppe so gut wie unbrauchbar wird, ist 23 ^{zm}; das geringste Maß ist 10—13 ^{zm} Steigungshöhe.

Es giebt verschiedene erprobte Verhältnisse für die Steigung.

1. Man nimmt die doppelte Höhe einer Stufe in Zentimetern, und die Ergänzung zu 64 zm an, so giebt letztere den Auftritt. Z. B. man hätte 18 zm Stufenhöhe, doppelt = 36 zm; die Ergänzung zu 64 = 28 zm, also würde zu einer Steigung von 18 zm ein Auftritt von 28 zm erforderlich sein.

Oder man hätte eine Höhe von 20 zm, doppelt = 40 zm. Es würde also der Auftritt nur 24 zm breit werden. Es ist zu übersehen, daß bei diesem Verhältniß 24 zm Höhe schon eine unbequeme Treppe geben würde, da die Steigung gleich dem Auftritt wird und der Fuß nicht mehr sicher auf der Stufe steht.

2. Das Product von $16 \times 32 = 512$ zm wird durch die Stufenhöhe in Zentimeter dividirt.

Es sei die gegebene Höhe = 16 zm, so würde der Auftritt = $^{512}/_{16} = 32$ zm.

Es sei die Höhe 20 zm, so würde der Auftritt = $^{512}/_{20} = 25{,}6$ zm.

Es sei die Höhe = 24 zm, so würde der Auftritt = $^{512}/_{24} = 21^1/_3$ zm.

Die Höhe der Steigung bei dieser Art von Berechnung dürfte demnach nicht über 20 zm betragen.

3. Man addirt zur Höhe in Zentimetern die Ergänzung zu 48 zm, so giebt dies den Auftritt.

Es sei 16 zm die Höhe, $16 + 32 = 48$, so ist 32 zm die Breite des Auftritts; es sei die Höhe = 24 zm, $24 + 24 = 48$, so ist 24 die Breite des Auftritts. Und nur bei diesem Verhältniß würde es noch möglich sein, eine Steigung von 24 zm hoch machen zu können, obgleich dies immer unbequem und nur bei sehr untergeordneten Gebäuden anwendbar sein wird.

Wollte man noch mehr Höhe als 24 zm zur Steigung nehmen, so wird die Treppe unsteigbar, weil sich die Stufen ganz untereinander schieben, und man besonders nicht herabsteigen könnte, wenn man auch allenfalls hinauf käme. Man geht dann besser auf einer Leiter, als auf einer solchen Art Hühnertreppe.

Noch eines Hauptübelstandes unserer Treppenanlagen ist zu gedenken, nämlich dessen, daß bei zwei übereinander liegenden Treppenarmen und Ruheplätzen, oder bei Führung der Treppen unter die Dächer, häufig so wenig senkrechte Höhe gelassen wird, daß man sich stets bei ihrer Besteigung an den Kopf oder Hut stößt. Es müßten deshalb nie weniger als $2^1/_2$ m lichte Höhe in diesen Fällen verbleiben.

Hat eine Treppe viele Stufen, so muß womöglich nach 13 oder 15 Steigungen immer ein Ruheplatz (Podest) folgen.

Gewundene Stufen oder sogenannte gewundene Viertel, müssen bei viereckigen Treppenräumen nie oder nur im höchsten Nothfalle angeordnet werden.

Gewöhnlich werden die Trittstufen, wenn sie aus einzelnen aufgelegten Platten bestehen, so angeordnet, daß sie an ihrer vorderen Seite mit ein paar Gliedern verziert sind und etwa 3 bis 5 ^{zm} vorstehen. Dieser Ueberstand bietet bei untergeordneten steilen Treppen den Vortheil, daß der Fuß wenigstens beim Hinabsteigen mehr Platz hat. Es giebt jedoch auch Treppen, wo die Stufe keinen solchen Vorsprung hat, sondern gerade aufgeht. In diesem Falle heißen die Stufen Blockstufen.

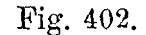
Man baut die massiven Treppen auf zweierlei Art, entweder wird jede einzelne Stufe aus einem einzigen Haustein angefertigt und vermöge ihres Fugenschnittes so auf die nächstuntere gelagert, daß sie vollkommen darauf ruht und nur in einer Wangenmauer eingemauert wird, damit sie nicht umkippt (freitragende Treppen); oder die Tritstufen der massiven Treppe ruhen auf Pfeilern und Bogen, und außerdem noch auf zwischen den Gurten gespannten Gewölben, sogenannte gewölbte Treppen.

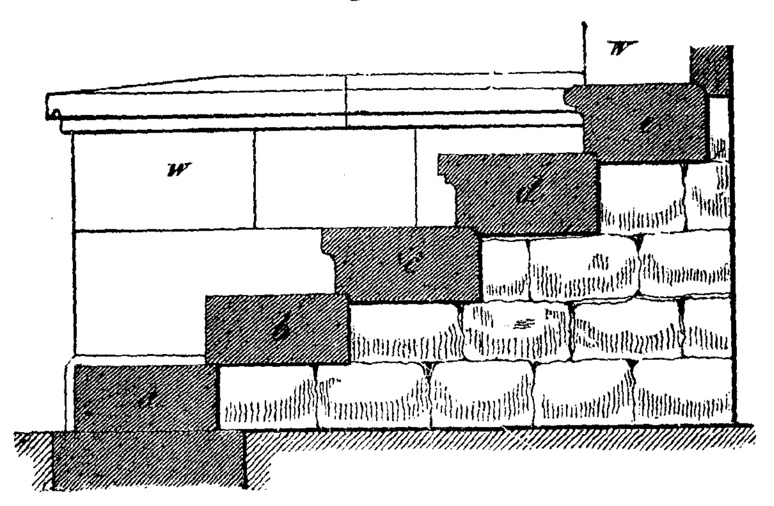
Hinsichtlich der Lage der Treppen unterscheidet man solche, die an den Gebäuden liegen, sogenannte Freitreppen, und Treppen im Innern der Gebäude.

§. 56. Die Freitreppen.

Freitreppen sind solche, die entweder ganz vor dem Gebäude liegen oder zum Theil in dasselbe hineinspringen; die schönsten und angenehmsten sind diejenigen, welche rechts und links eine Wange w, Fig. 402 haben. Daselbst ist der Querdurchschnitt einer Freitreppe dargestellt, wobei die einzelnen Stufen die gewöhnlich zur Anwendung kommenden Formen zeigen. Die untersten Stufen sind einfache Blockstufen, die folgende Stufe c hat zur Vergrößerung des Auftrittes an der vorderen Kante ein Plättchen mit Kehle, d hat zwei Plättchen und e eine Abrundung (Karnieß) mit Plättchen, wobei zu bemerken ist, daß man bei ein und derselben Treppe natürlich nur ein und dieselbe Art von Stufen anwendet. Bei Sandstein muß man die Vorsprünge an den Stufen mindestens 5—6 ^{zm} stark machen und darf ihnen nicht mehr wie 4 ^{zm} Ausladung geben, weil sie sonst

nicht halten. In der Figur sind ferner verschiedene Arten der Ueber einanderschichtung gezeigt; die Stufe b liegt stumpf auf der Seite a


Fig. 402.



c hingegen mit einer Versatzung von 3^{zm} Breite und ebensoviel Tiefe auf der Stufe b; ähnlich ist es bei der folgenden Stufe d. Die unterste Blockstufe erhält in der Regel ein gemauertes Fundament, und stößt dann, wenn das Fundament nicht unter $^1/_2{}^{m}$ tief ist, entweder stumpf gegen die Wangenmauer w, oder sie wird in dieselbe hineingebunden; die folgenden Stufen b c d e liegen auf den Wangenmauern auf. Um das Eindringen des Wassers in die Lagerfuge der Steine zu verhindern, kann bei Bearbeitung der Stufen hinten ein erhöhter Ansatz nach Fig. 403 angearbeitet werden, indeß macht es uns verhältnißmäßig Kosten, deswegen das ganze Oberlager herunterzuarbeiten, während sorgfältiges Verstreichen mit Portland-Cement dasselbe erreichen läßt.

Fig. 403.

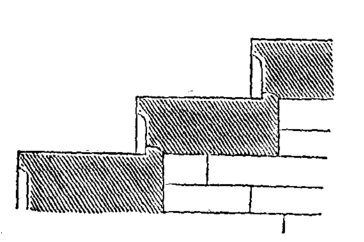
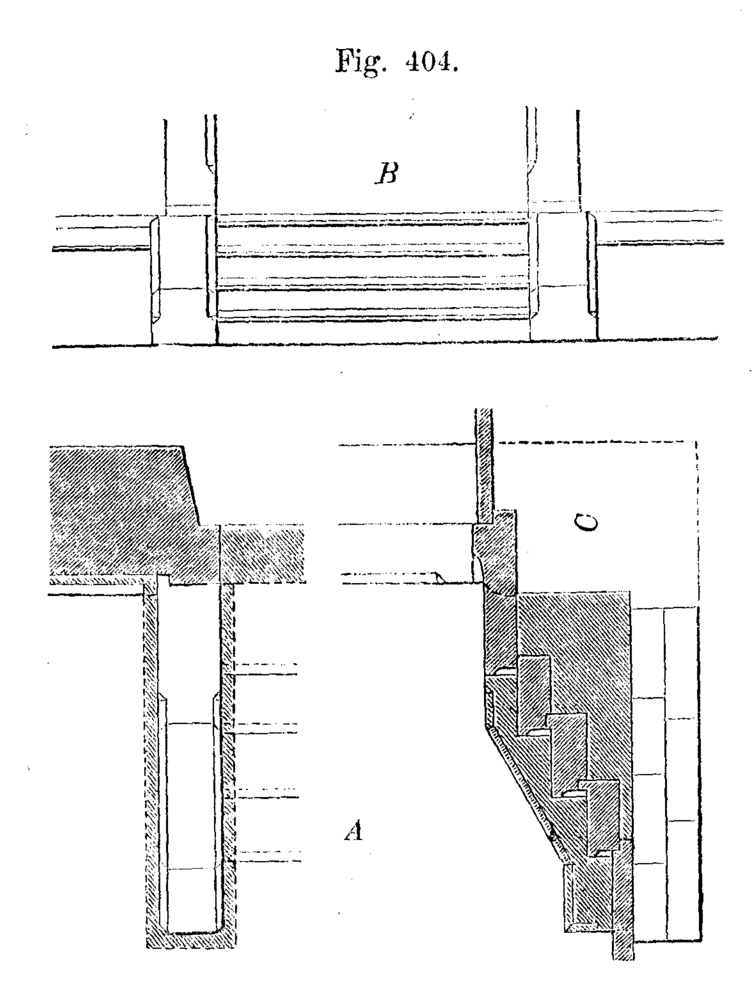


Fig. 404 A—C zeigt eine Freitreppe bei der die Kopfenden der Stufen $0{,}6-1^{zm}$ in die Wangen eingesetzt sind und brauchen daher auch nur diese fundamentirt zu werden.

Sämmtliche Stufen bestehen bei kleinen Treppen aus einem Stück; werden hingegen diese Freitreppen breiter als $2^1/_2-3^{m}$ so daß die Steinlängen nicht mehr von Wange zu Wange reichen, so muß man dieselben Zungenmauern unterstützen. Damit aber nicht die Stöße übereinandertreffen, muß eine solche Zungenmauer mindestens $^2/_3{}^{m}$

stark werden. Bei sehr breiten Freitreppen unterwölbt man auch de ganzen Raum darunter durch steigende Kappen und kann dann Stufen von sehr verschiedener Länge anwenden, wenn nur immer zwei oder drei Stufen gleich der Breite der Freitreppe sind. Zum

Fig. 404.



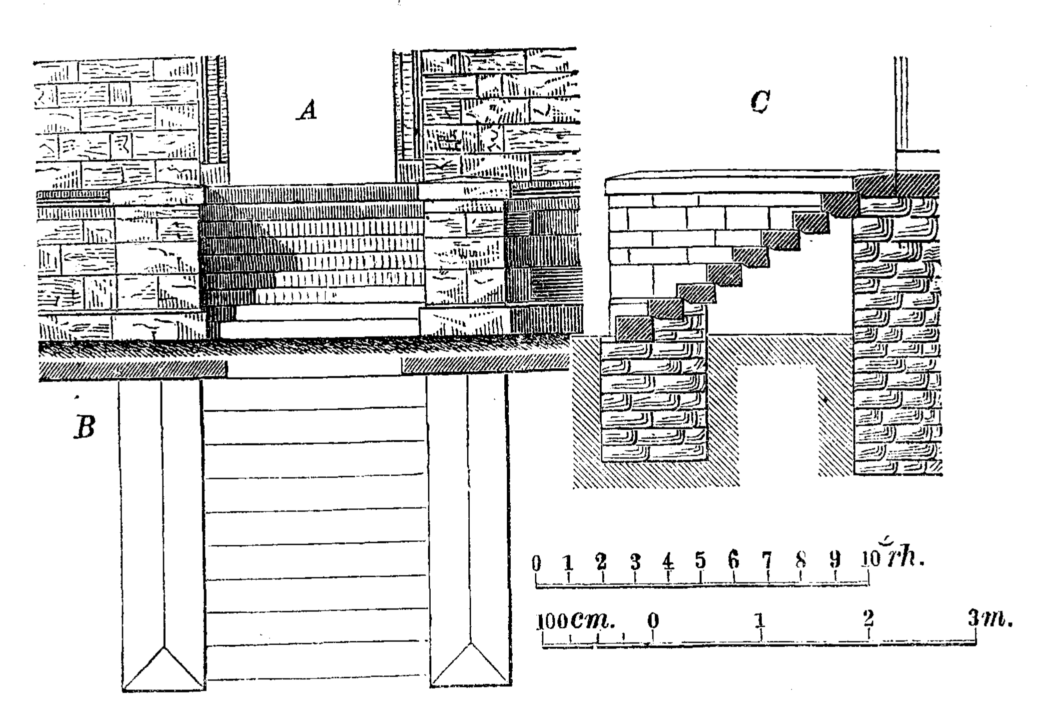
besseren Ablauf des Wassers neigt man die Stufen nach der vorderen Kante zu um 0,3—0,6 ^{zm}; wird die Senkung viel größer gemacht, so wird eine Treppe gefährlich beim Herabsteigen, besonders bei Regen und Glatteis. Es ist dabei am besten, wenn die Stufe hinten etwas stärker, als vorn gearbeitet wird, damit das Lager wagerecht auf die wagerechte Untermauerung zu liegen kommt. Damit die Auftritte aller Stufen gleich breit werden, macht man sich eine Lehre von Holz, die man beim Abwiegen an den Enden der Stufen anhält und diese danach rückt.

Was die Wangenmauern w anbelangt, so werden dieselben aus Ziegeln oder Bruchsteinen, oder auch im Aeußern mit Schnittsteinen aufgeführt und oben mit einer Platte abgedeckt. Bei hohen Teppen

theilt man die Wangenmauern in mehrere Absätze w w Fig. 402, um an Material zu sparen.

Nur bei Treppen mit Wangen ist es gestattet, die Stufen nach Fig. 405 stumpf aufeinander zu legen, da hierbei eine Verschiebung der Stufen nicht zu befürchten steht.

Fig. 405.



Die oberste bildet gleichzeitig die Schwelle und stellt einen Anschlag für die Hausthüre her. Aus diesem Grunde liegt auch der innere Fußboden, aus welchen Material er auch bestehen mag, 1—$1^1/_2$ zm tiefer als die Schwelle.

Die sogenannten Terassentreppen wendet man nur dann an, wenn der Gebäudesockel ein niedriger ist, bei größeren Höhen pflegt man meistens die Stufen an beiden Enden durch massive Wangen, wie Fig. 406 zeigt, zu begrenzen. Die Construction der Schwellenstufe bleibt immer dieselbe und auch die ersten drei Antrittstufen erhalten eine entsprechende Fundirung.

Fig. 407 zeigt die Anlage einer Freitreppe, wie sie bei größeren Villenanlagen mit hohem Souterrain oft vorkommt. Es führen hierbei zwei Flügel auf eine breite Freitreppe, von der aus man auf eine Terrasse gelangt. Die mittlere Freitreppe wird unterhalb von einem Bogen unterstützt, während die Terrasse auf böhmischen Kappen b ruht. Durch die Thüre x kann man von dem Garten in den

Keller gelangen. An Stelle der böhmischen Gewölbe könnten hier **auch** preußische, gegen Gurtbögen oder Eisenbahnschienen gespannte **Kappen** Verwendung **finden.**

Fig. 406.

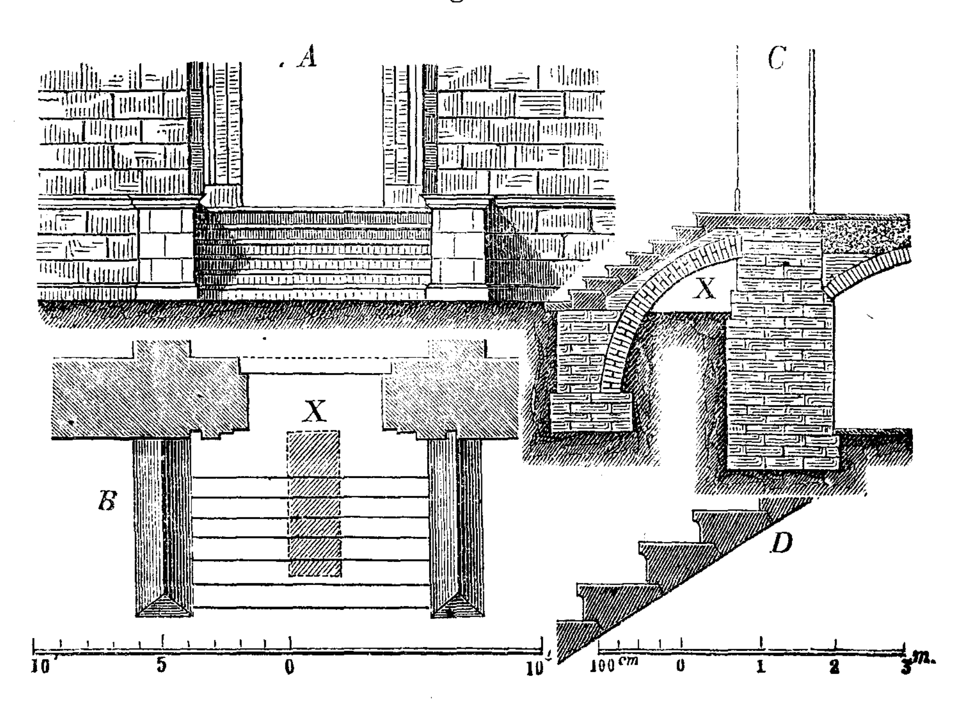
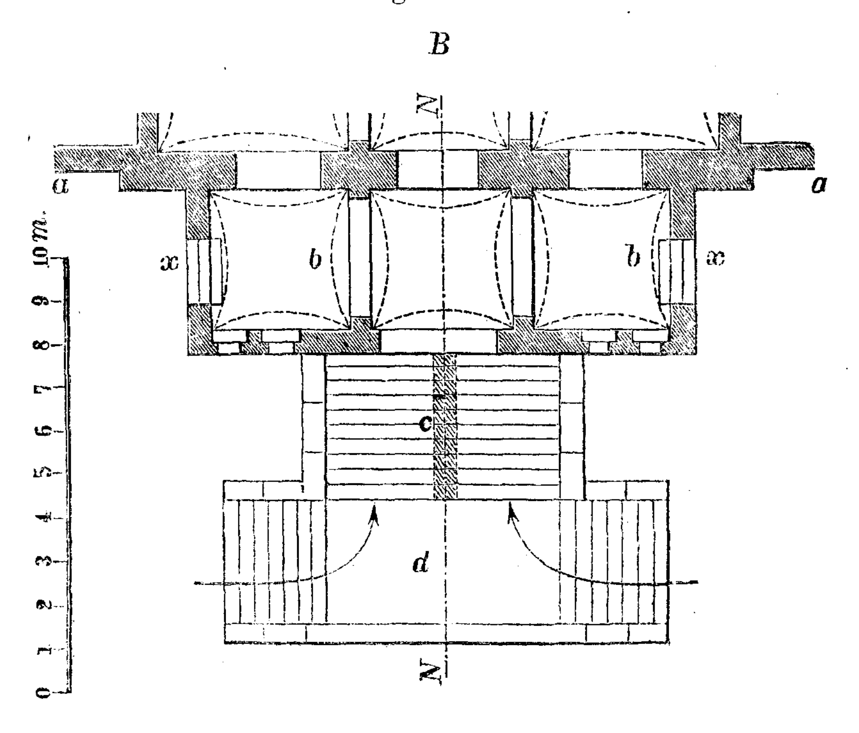


Fig. 407.



Die bisher besprochenen Anlagen setzen voraus, daß die Freitreppe vor dem Gebäude lag. Da in Städten, des gehinderten Verkehrs wegen, solche Treppen nicht angelegt werden dürfen, so muß hier die ganze Treppenanlage in das Haus gelegt werden.

Die einfachste Construction dieser Art zeigt Fig. 408. Hierbei liegen nur wenige Stufen außerhalb des Hauses, während die übrigen von der Gebäudemauer umgrenzt werden. Die Thür springt hierbei beträchtlich hinter die Vorderfront zurück und die oberste Stufe bildet auch zugleich die Thürschwelle.

Eine andere Construction dieser Art zeigt Fig. 409 A—C, wo-

Fig. 408.

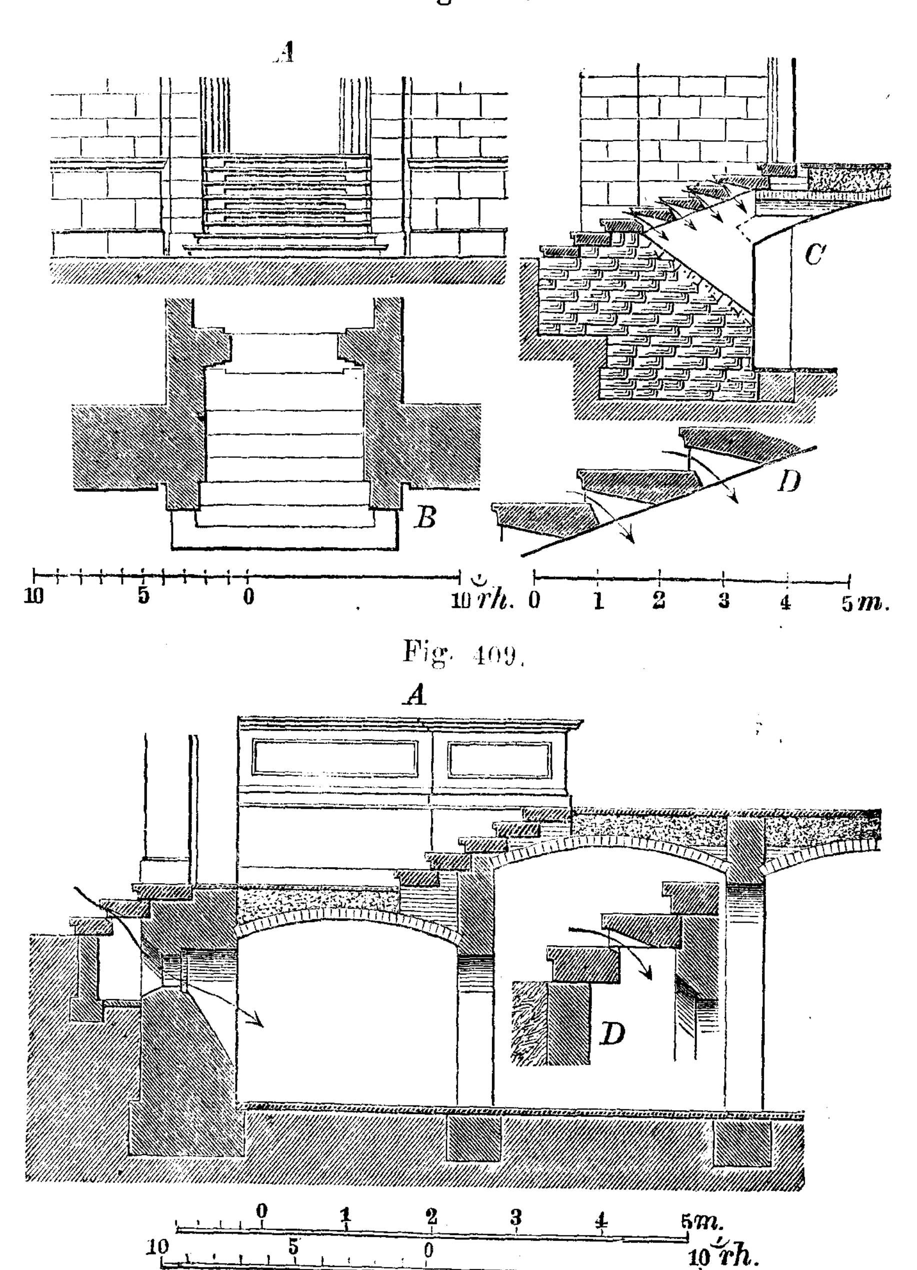


Fig. 409.

bei der Keller noch etwas erleuchtet wird und die Stufen vom Kappen unterstützt werden.

Rampen. Es sind dies ebene, schief ansteigende Flächen, so-

Fig. 409 B—C.

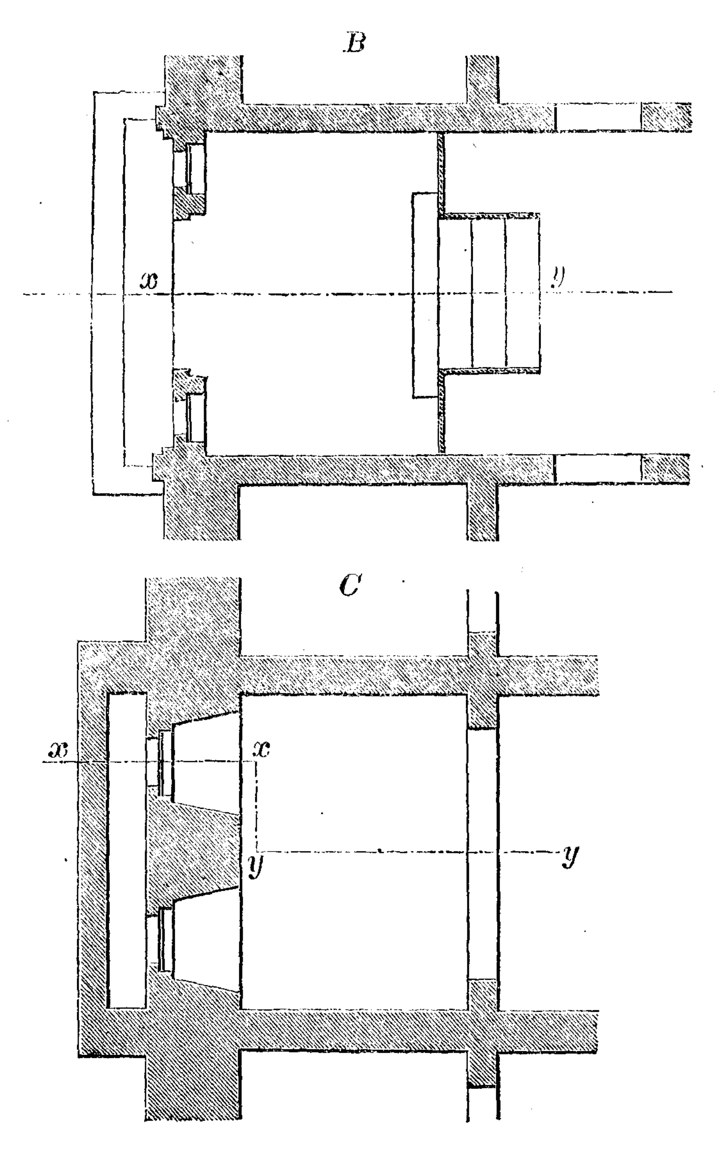
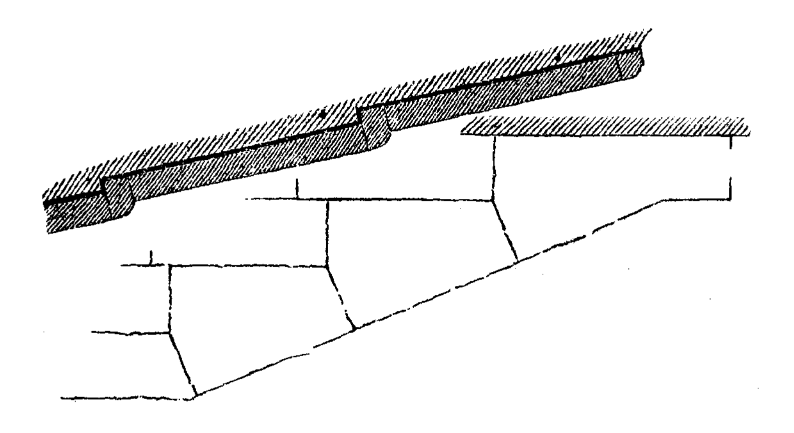


Fig. 410.



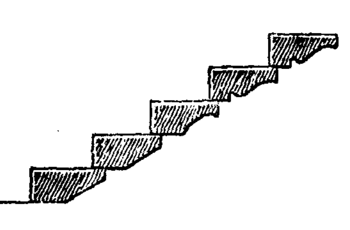
wohl zum Begehen, wie zum Auffahren, welche je nach ihrer Lage von einer oder zwei Rampenmauern begrenzt werden, deren Schichtung in Fig. 410 dargestellt ist. Sind die Rampen stufenartig wie Fig. 410, so heißen sie auch romanische Treppen und die einzelnen Steine stehen dann in Schrittweite, zuweilen aber auch in doppelter Schrittweite auseinander. In Italien bedient man sich derselben häufig bei Bergwegen für Saumthiere.

§. 57. Die Treppen im Innern der Gebäude.

Hierbei haben wir wieder zu unterscheiden: Treppen aus Werkstücken, Treppen aus Mauersteinen und Treppen aus künstlichen Steinen.

a. Innere Treppen aus Werkstücken. Diese sind rücksichtlich ihrer Anordnung und der Lage der Podeste (Pedeste) mit den gewölbten Treppen übereinstimmend, unterscheiden sich aber von denselben wesentlich dadurch, daß in den meisten Fällen jede Unterwölbung überflüssig und für freitragende Treppen nur eine Wangenmauer nöthig ist. Im ersteren Falle werden die Stufen, welche aus einem Stück bestehen, an ihren Enden auf die Wangenmauern aufgelegt und, wie bei den Freitreppen besprochen wurde, vermauert. Die Stufen liegen dabei als Blockstufen nach Fig. 411 ohne Falz aufeinander, da ein Verschieben nicht möglich ist. Die Podeste werden entweder aus einer, oder aus mehreren 16 zm starken Podestplatten gebildet, die mit einem Falz gegen einander stoßen und außerdem auf den Wangenmauern aufliegen, oder das Podest wird flach gewölbt, scheitrecht geputzt und mit Platten abgepflastert. Durchschneidet der steigende Arm einer solchen Treppe eine Fensteröffnung (was nur an der Hinterfront zulässig und möglichst zu vermeiden ist), so erhalten die Stufen ihr Auflager auf einem steigenden Bogen.

Fig. 411.



Die Bögen bilden hierbei zugleich die äußeren Wangen des Treppenarmes, in welche die Stufen nach Fig. 412, ähnlich wie bei den hölzernen Treppen eingreifen. Bei festem Sandstein genügt für die Dicke der Wangen 15—21 zm welche außerdem noch durch die bogenartige Form Fig. 413 eine große Stabilität und Festigkeit erhält.

In den meisten Fällen pflegt man jedoch die Wangen aus mehreren Sandsteinstücken zusammenzusetzen, wodurch die Kosten beträcht-

lich geringer werden. Die einzelnen Stufen setzen sich dann mittels Falz aufeinander, so daß ein Verschieben verhindert wird.

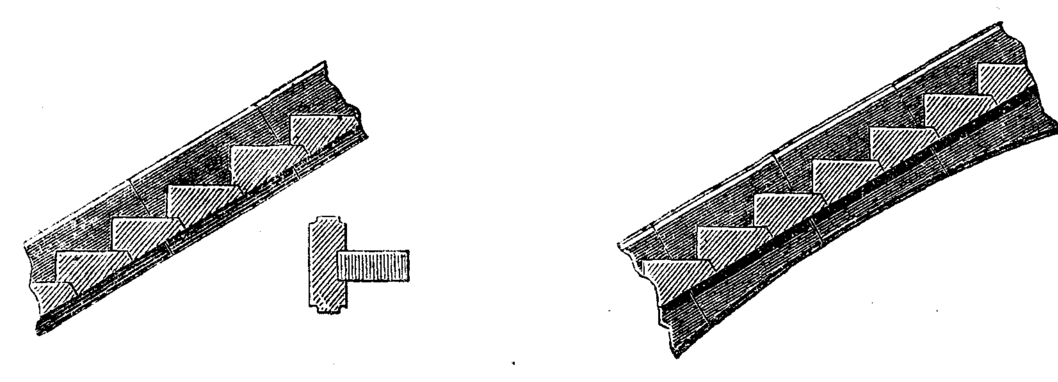


Fig. 412. Fig. 413.

Fig. 414.

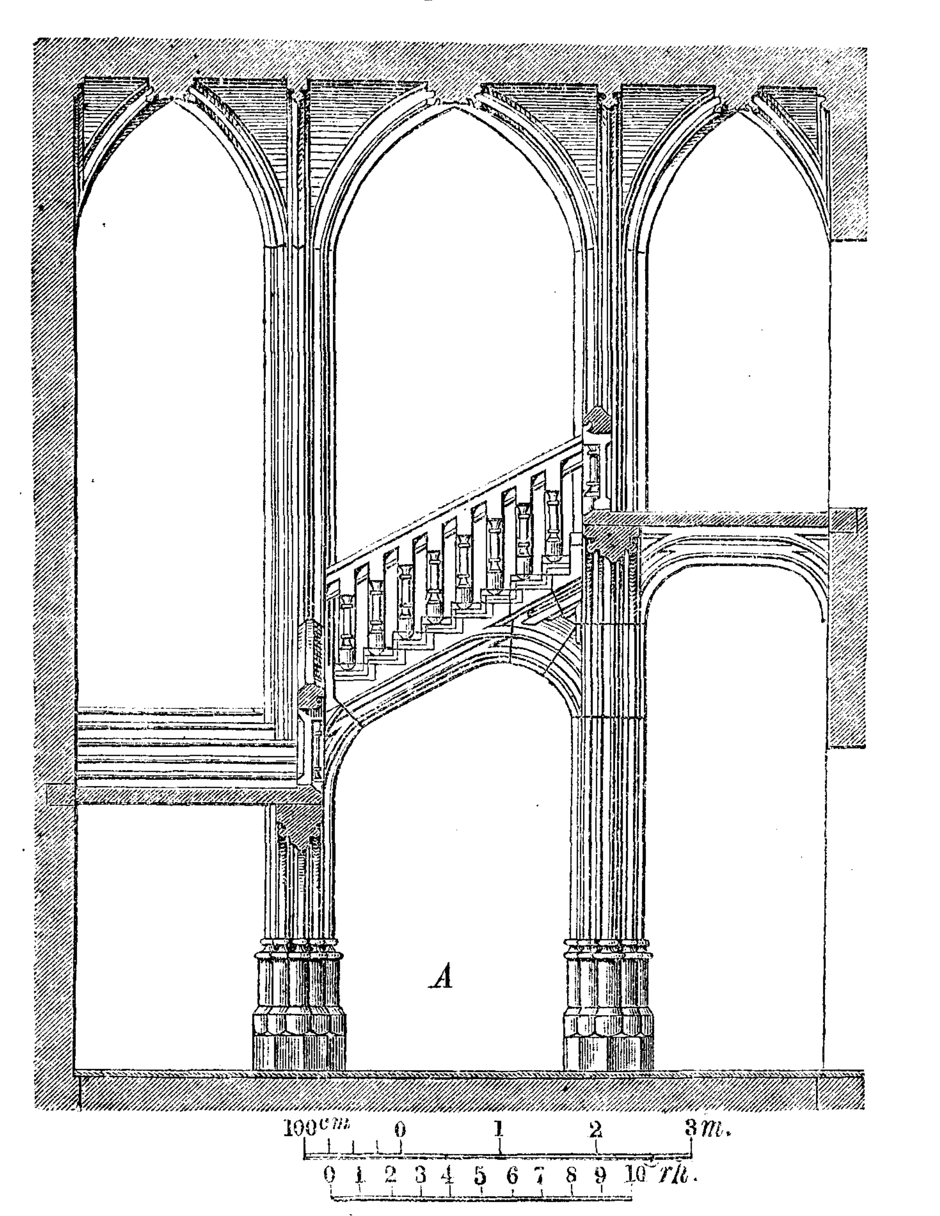
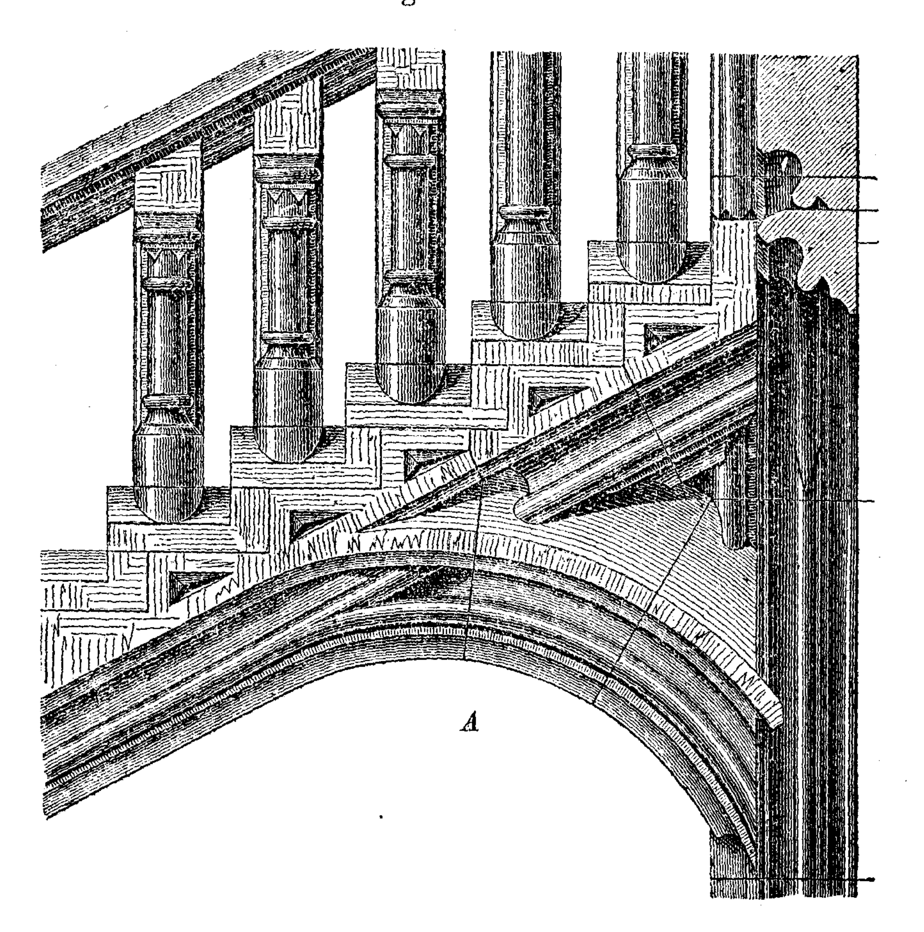


Fig. 414 giebt ein Beispiel einer massiven Treppenanlage mit massiven Wangen. Die Decke des ganzen Treppenhauses wird durch Kreuzgewölbe, die sich zum Theil auf die durchgehenden profilirten Spindeln stützen, gebildet. Auch die massiven Wangen, welche die Stufen und Geländer tragen, legen sich gegen die Spindeln. Fig. 415 A — G geben die Details zu dieser Treppe und zwar A die Zusammensetzung der Stufe, Wange und des Gebäudes, B zeigt den Pfeiler im Querschnitt und C der Winkel derselben in den Ansicht, E und F veranschaulicht das Geländer in der Ansicht und im Grundriß und D giebt die Construction der Stufen in Verbindung mit der Wange.

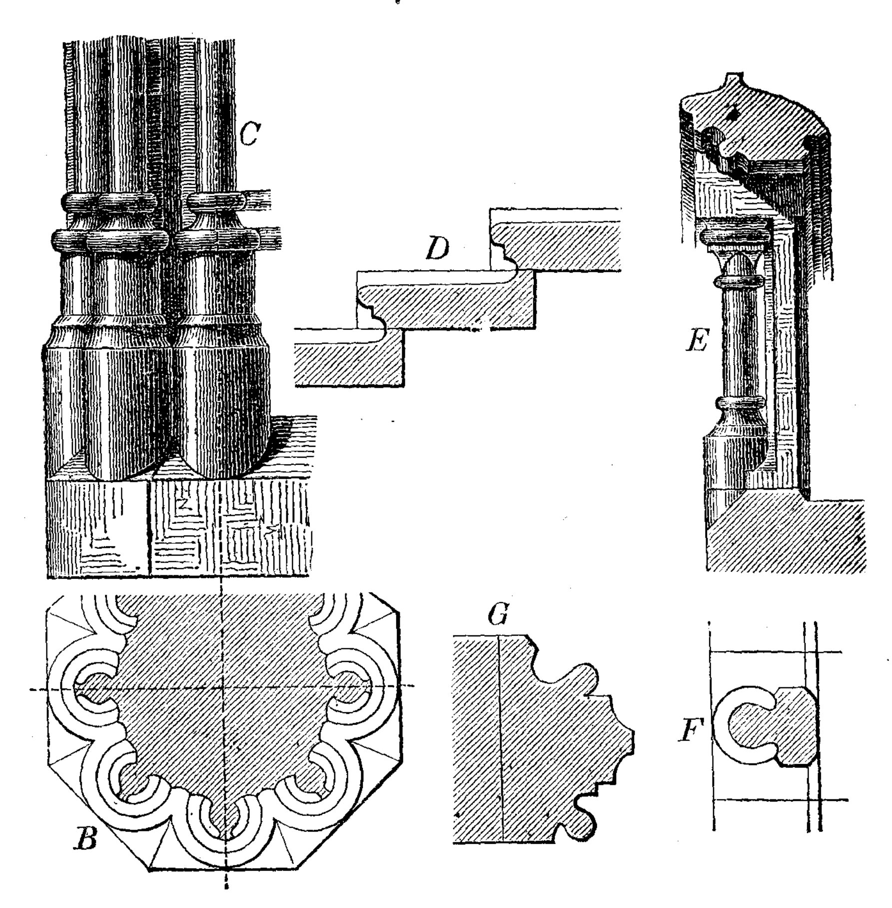
Fig. 415. A.



reitragende Treppen. Die Fig. 416 A — G stellen eine reitragende Treppe mit steinerner Wange dar. A ist eine Ansicht, 3 der Durchschnitt. Bei diesen Treppen ist nur eine Wangenmauer iöthig und es kommt besonders darauf an, daß die unterste Blockstufe a festliegt, so daß sie sich weder senken noch verschieben kann. Nan legt sie deshalb entweder auf einen Gurtbogen oder auf ein

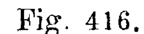
gemauertes Fundament, etwas tiefer als das Pflaster, wie bei E zu sehen und läßt sie außerdem 23—31 zm in die Wangenmauer ein-

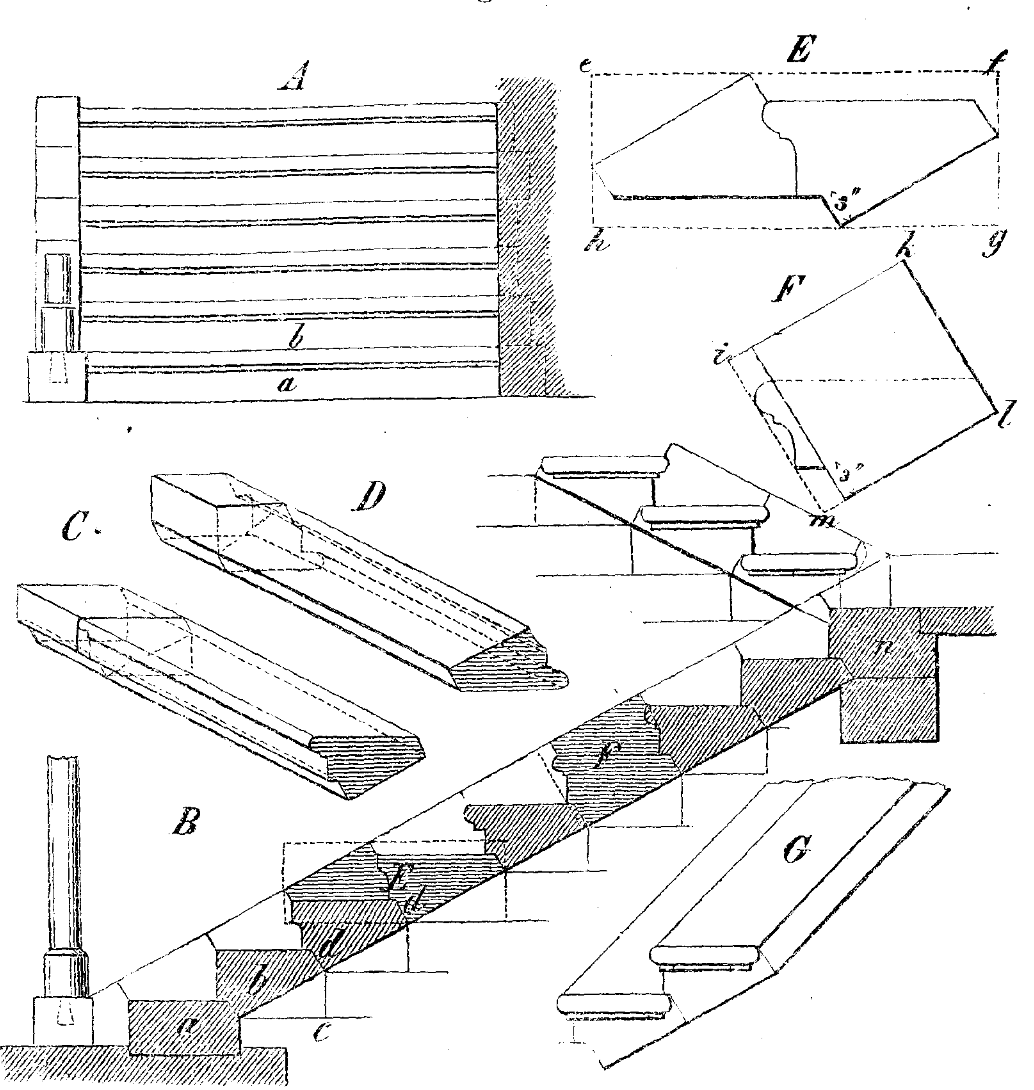
Fig. 415 B—G.



greifen, wie bei a Fig. 416 A punktirt angegeben ist. Die folgend Stufe b stößt mit einer Versatzung gegen die Stufe a; und da die festliegt, so liegt b auch fest, wenn sie nicht kippen kann. Deshal muß die Stufe b wenigstens 8 zm in die Wangenmauer eingreifen so daß sie durch die Last der Wangenmauer am Kippen und selb am Verschieben verhindert wird. Dasselbe gilt auch für alle folgen den Stufen. In den Figuren bilden die Stufen an ihrer untere Seite eine ebene Fläche; es geschieht dies namentlich des bessere Aussehens wegen, und um Transportkosten zu sparen. Damit abe jede Stufe ein horizontales Auflager in der Wangenmauer erhalt ist das in die Wangenmauer eingreifende Stück prismatisch belassen wie in Fig. A und B, ferner in Fig. C in der Oberansicht und Fi D in der Unteransicht zu sehen ist. Ganz besonders nöthig ist e namentlich bei freitragenden Treppen aus Sandstein, daß die schwächst Stelle der Stufen bei d Fig. B. E, F noch 8 zm stark bleibe; d

horizontale Theil des Falzes braucht hingegen nur 2^{zm} breit zu sein. In gleicher Weise verwendet man auch volle Blockstufen zu freitra-


Fig. 416.



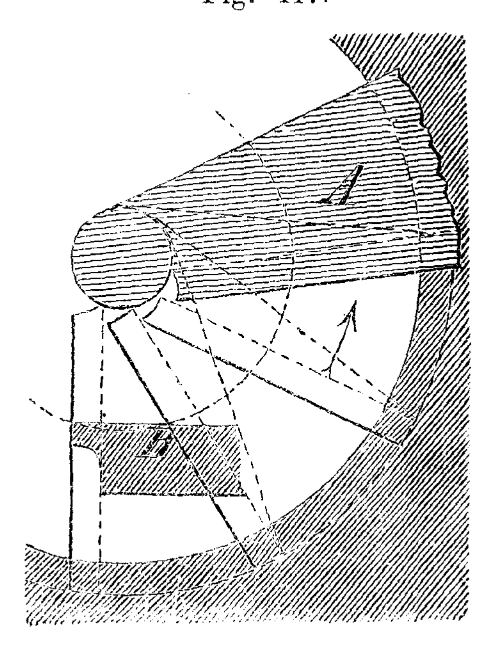
genden Treppen. Bei Aufführung derselben wird die Wangenmauer bis an die Unterkante der zu legenden Stufe abgeglichen, alsdann wird die Stufe aufgebracht, durch Blöcke oder Steifen unterstützt und in die Wage gelegt. Dies wiederholt sich für jede einzelne Stufe und die Steifen bleiben so lange stehen, bis die Wangenmauer einige Fuß über die Stufe aufgeführt, oder bis der Treppenarm fertig oder geschlossen ist. Um für das Podest nicht zu große Balken oder Platten anwenden zu müssen, die beim Fallenlassen schwerer Gegenstände zerschlagen werden könnten, hilft man sich in der früher erwähnten Weise, daß man die Podeststufe p auf einen Gurtbogen legt, das Podest flach unterwölbt, unten scheitrecht putzt und oben abpflastert,

oder daß man die Podestplatten in einen Falz der letzten Stufe und auf die Mauer auflegt; alsdann bleibt eine Zertrümmerung dieser Platten ohne Nachtheil für die Haltbarkeit der Treppen.

Die freitragenden Treppen haben, wie bemerkt, nur eine Wangenmauer für das Auflager der Stufen, während das andere Ende der Stufen ohne Unterstützung durch eine Mauer ist. An diesem freitragenden Ende werden die Stufen bisweilen mit einer steinernen Wange versehen, die ebenso wie die Rampenmauer Fig. 416 ausgeführt wird. In seltenen Fällen wird diese Wange mit der Stufe aus einem Stück gearbeitet, wie dies bei E und F Fig. B und außerdem Fig. E und F in größerem Maßstabe zu sehen ist; der prismatische Stein, aus welchem die Stufe erhalten wird, muß in dem einen Fall den Querschnitt efgh, in dem andern Fall den Querschnitt iklm und in jedem Falle die Länge der Stufe mit Wange haben, während wenn Wange und Stufe aus zwei Stücken gefertigt werden, weit weniger Stein und Arbeit nöthig ist.

Fig. G zeigt ein Paar Stufen in der früher erwähnten Perspective; der schräge Schnitt (die Versatzung), in welchem die obere Stufe gegen die untere stößt, ist rechtwinkelig zur Unterfläche der Stufen. Die Länge dieser freitragenden Stufen darf bei Sandstein nicht größer sein als höchstens $2^1/_2$ m, gewöhnlich geht man nicht über 2 m und legt anderenfalls die Stufen auf zwei Wangenmauern, oder auf ein Gewölbe.

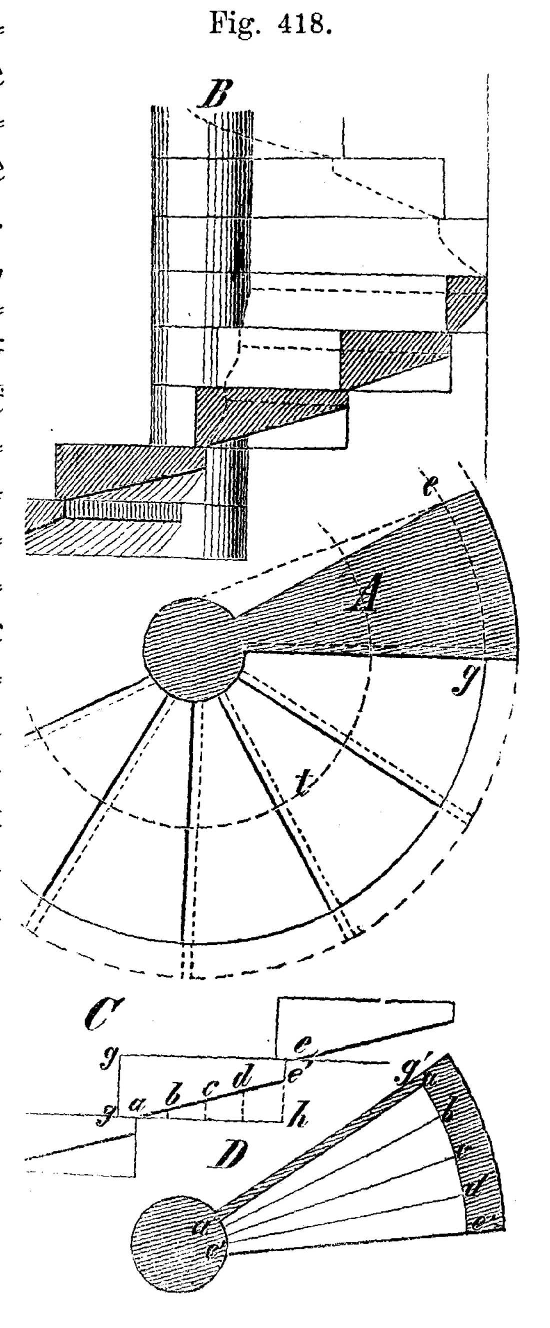
Fig. 417.



Wendeltreppen. Man unterscheidet dabei zwei Arten: nämlich Wendeltreppen mit voller und hohler Spindel. Im letzteren Falle wird die Spindel entweder durch Mauerwerk hergestellt, und dann liegen die Stufen auf demselben, wie bei jeder anderen Treppe mit Wangen, oder die Stufen liegen an der inneren Seite frei, ohne Untermauerung und alsdann entsteht eine freitragende Wendeltreppe, die späterhin besprochen werden wird. Im ersten Fall ist die volle Spindel oder der Mönch, in einer Stärke von 18—23 cm Durchmesser

mit der Stufe verbunden. Die Ausführung der Stufen ist dabei verschieden, je nachdem dieselben vom Bruch weit oder weniger weit zu transportiren sind. Ist die Transportweite gering, dann werden die einzelnen Wendestufen als Blockstufen bearbeitet, wie dies Fig. 417 A im Grundriß und B im Durchschnitt verdeutlicht. Denn wiewohl es eigentlich fehlerhaft ist, daß die vordere Stufenkante sich nicht radial (nach dem Mittelpunkt gehend) sondern tangental an die Spindel anschließt, so sind bei diesen kleinen Wendeltreppen (die immer nur für untergeordnete Zwecke zu empfehlen sind) lediglich die Kosten maßgebend, da im Uebrigen sich beide Treppen gleich gut oder gleich schlecht besteigen lassen.

Fig. 418.



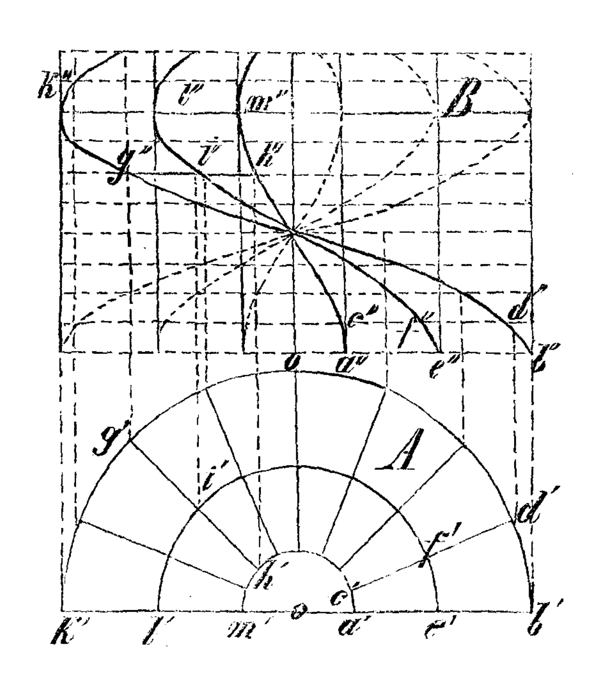
Ist die Transportweite bedeutender, dann muß man die einzelnen Stufen so leicht als möglich machen und wählt dazu die Fig. 418 dargestellte Anordnung. A ist der Grundriß, B die Ansicht, wobei man sich die Umfassungsmauer durchsichtig und das auf der Mauer aufliegende Stufenstück wegdenken muß; es ist dies deshalb angenommen, um die Uebereinanderschichtung besser zu verdeutlichen. Die Stufeneintheilung erfolgt auf dem Theilkreis A, welcher in der Mitte der lichten Stufenlänge liegt; von den erhaltenen Theilpunkten, die etwa 21—26 zm auseinander liegen werden, zieht man Radien, so geben diese die vorderen Stufenkanten an. Zu diesen Linien parallel zieht man punktirte Linien in 2—5 zm Entfernung, wenn das Auflager jeder Stufe auf der vorhergehenden soviel beträgt. Dadurch erhält man den Grundriß, welcher für die Stufe A schraffirt ist. Man sieht, daß diese Stufe weit leichter ist,

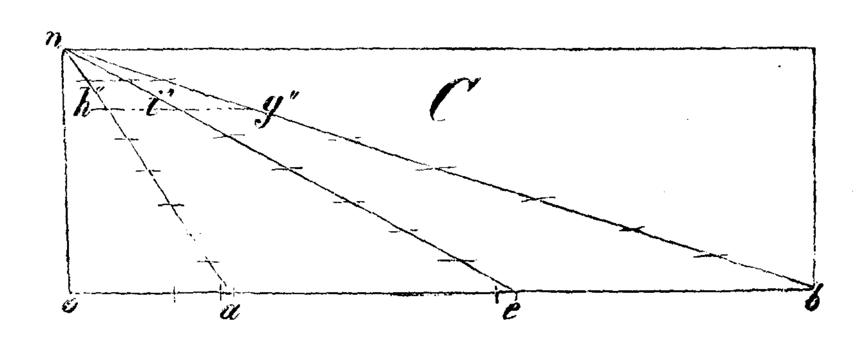
als die Stufe A Fig. 417. Man kann sie aber, ohne die Tragfähigkeit zu beeinträchtigen, noch mehr erleichtern und die Treppe gefälliger machen, indem man die untere Fläche als Spiralfläche bearbeitet, und nur das, auf der Mauer aufliegende Stück rechteckig beläßt, wegen des besseren Auflagers.

Zum weiteren Verständniß der Figuren diene Folgendes:

1) Denkt man sich Figur 419 A eine horizontale Linie a′ b′, die um die senkrechte Axe O gleichmäßig gedreht und dabei fortwährend

Fig. 419.





gehoben werde, doch so, daß sie in jeder Lage horizontal bleibt, so beschreibt diese Linie a′ b′, indem sie allmählig in die, im Grundriß durch c′ d′, h′ m′, g′ k′, und im Aufriß entsprechend angegebenen Lagen geht, eine Schrauben- oder Spiralfläche, und zwar ein Spi-

ralkonoid. Die senkrechte Axe O nennt man Leitlinie und die Linie a′ b′, welche durch die angeführte Bewegung die Spiralfläche beschrieben oder erzeugt hat, nennt man die erzeugende Linie. α) Da diese Linie fortwährend horizontal aufsteigend um O gedreht wurde, so folgt, daß man durch jeden Punkt der von ihr erzeugten Fläche eine horizontale gerade Linie (ein Richtscheit nach O legen kann und dadurch ist diese Fläche als Unterfläche von Wendelstufen gut geeignet.

2) Denkt man sich den Halbkreis b′ d′ g′ k′ als Grundriß eines Cylinders, so wird die erzeugende Linie a′ b′, wenn sie bei ihrer Bewegung von b′ nach d′ um die Entfernung b″ d″ gestiegen ist, allmählig die Spiral- oder Schraubenlinie b″ d″ g″ k″ an dem Cylinder beschreiben. In gleicher Weise wird sie an den Cylindern, deren Radien o e′ und o a′ sind, die Schraubenlinien e″ l″ und a″ m″ beschreiben. In Fig. 419 sind die Schraubenlinien, welche entstehen würden, wenn die Linie von links nach rechts bewegt würde, punktirt eingezeichnet. β) Da die erzeugende Linie a′ b′ fortwährend horizontal und von der Achse o aus bewegt wird, so liegen alle Punkte der Fläche, welche im Grundriß in der Richtung des Radius, also in einer geraden Linie nach dem Mittelpunkt o liegen, im Aufriß horizontal. γ) Wenn eine Linie dieser Fläche nicht nach dem Mittelpunkt o geht, so ist sie nicht mehr horizontal und auch nicht gerade.

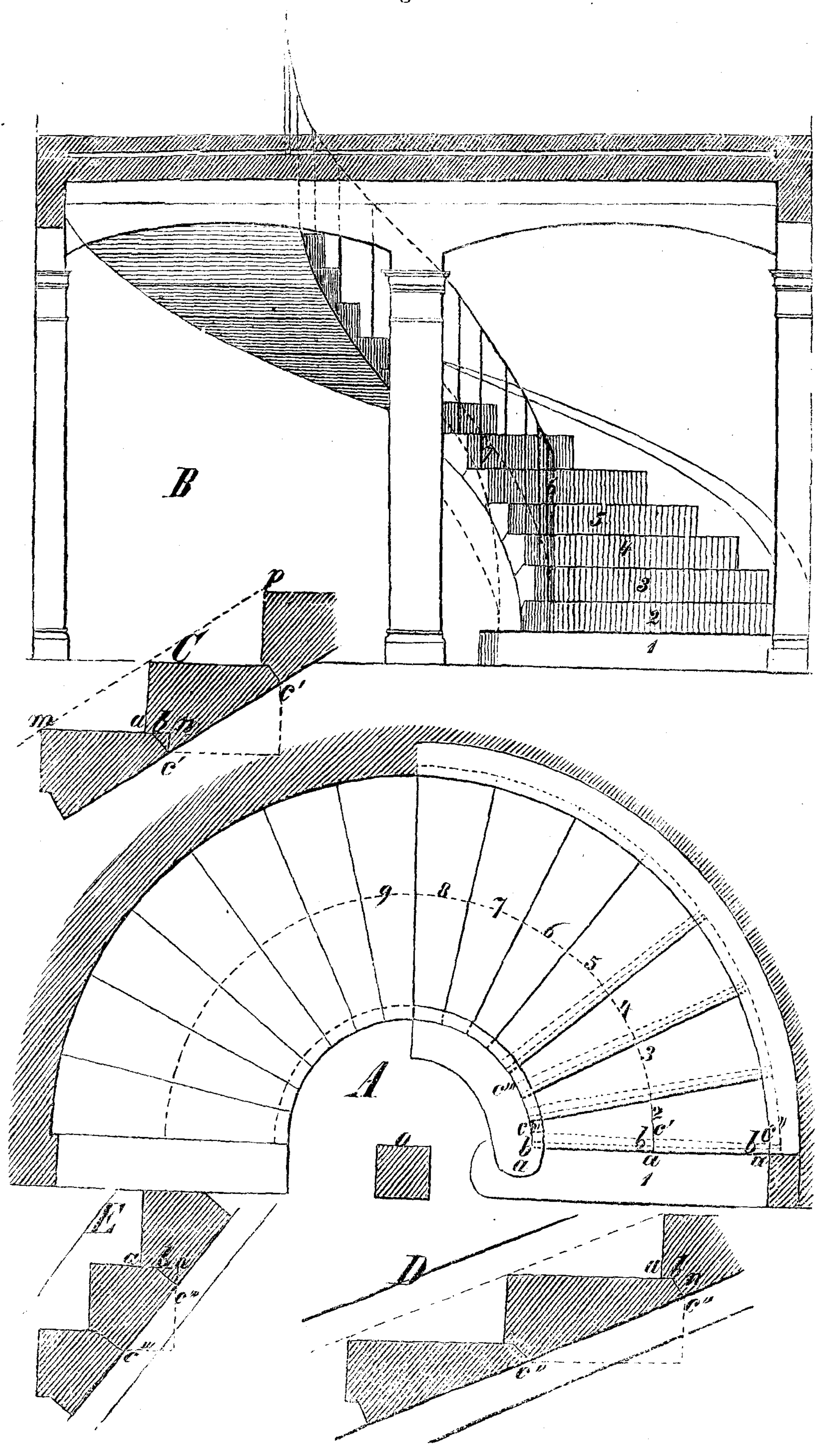
3) Zur Anfertigung der Chablonen für die Stufenenden namentlich von freitragenden Wendeltreppen ist es noch wichtig, die wirklichen Längen und Richtungen der, in der Ansicht Fig. 419 B dargestellten Schraubenlinie zu bestimmen; dazu hat man die gehörigen Cylinderflächen abzuwickeln, d. h. in eine Ebene zu drehen, also ebenso, wie wenn man ein einmal zusammengerolltes Blatt Papier oder eine aufgeschnittene Pappschachtel auseinander rollt oder in eine Ebene dreht. Der Cylinder wird alsdann gleich einem Rechteck, dessen Grundlinie der Umfang des Kreises und dessen Höhe gleich der Höhe des Cylinders ist. Nun ist aber der Umfang eines Kreises ungefähr $3^1/_7$ mal so groß wie sein Durchmesser; demnach hat man, um eine Kreislinie in einer geraden Linie zu biegen, nur nöthig, den Durchmesser 3 mal abzutragen und dann noch $^1/_7$ des Durchmessers zuzusetzen. (Oder man setzt zu dem dreifachen Durchmesser $^1/_5$ der Sehne des Viertelkreises oder Quadranten.) Für den Halbkreis ist nur die Hälfte davon erforderlich. o b Fig. 419 C ist gleich dem Halbkreis b, d′ g′ k′; o e = dem Halbkreis über e′ l′ und o a = dem Halbkreis

über a′ m′. Ist o n die Höhe des halben Cylinders, so giebt a n die Richtung und Länge der Schraubenlinie a″ c″ h″ m″; e n die der mittleren und b n die der äußeren Schraubenlinie a n.

4) Nach dem unter 1) bemerkten Verfahren kann man sich nun die Spiralfläche auch dadurch entstanden denken, daß man die Achse o und eine der Schrauben- oder Spirallinien als Leitlinie annimmt, auf denen die erzeugende Linie a b so bewegt wird, daß sie fortwährend horizontal, also einer horizontalen Ebene parallel bleibt. Die entstandene Spiralfläche wird Conoid oder windschiefer Kegel genannt. Ginge also die untere horizontale Stufenkante c″ c′ c‴ Fig. 420 A nach dem Mittelpunkt o, dann wäre diese Linie eine gerade und die untere Stufenfläche ein Spiralconoid oder eine gerade Spiralfläche, und man hat auch Treppen in dieser Weise bearbeitet, wobei man die Linie b b parallel zu c″ c‴ gelegt hat. Alsdann wird die Versatzlinie b c eine Ebene von gleicher Breite, das Auflager a b aber wird nach dem Mittelpunkt immer kleiner oder die Stufe am breiten Ende breiter.

5) Wenn man dies vermeiden, und also überall ein gleiches Auflager a b der Stufen Fig. 420 und eine gleich hohe Versatzung (senkrecht, nicht schräg gemessen), haben will, dann wird die untere Stufenfläche ein Spiralcylindroid, welches man sich entstanden denken kann, indem die erzeugende Linie auf zwei Spiralen als Leitlinien horizontal aufwärts bewegt wird, wobei aber die kleinere Spirale (an der Spindel) ein klein wenig tiefer liegt als die äußere; das heißt, jeder Punkt der innern Spirale liegt ein wenig tiefer als der radial gegenüberliegende der äußeren; denn sonst könnten die untern Stufenkanten c″ c‴ Fig. 420 A, da sie nicht radial liegen, nicht mehr ganz gerade, sondern etwas spiralförmig, oder nicht mehr ganz horizontal werden, was aber gewöhnlich gewünscht wird. Die innere Spirale nimmt also bei c‴ die äußere bei c″ Fig. 420 A ihren Anfang und diese Punkte liegen horizontal. Da die beiden horizontalen Linien b b und c″ c‴ nicht parallel sind, sondern in verschiedenen Ebenen liegen, so sind sie windschief und die Versatzung, welche in den Abwickelungen der Profile Fig. CDE sich durch b c′, b c‴, b c″ darstellt, wird eine windschiefe Fläche (hyperbolisches Paraboloid), die aber im vorliegenden Fall nicht schwierig zu bearbeiten ist; indem man das Richtscheit (die erzeugende Linie) allmählig von b c″ nach b c′ bis b c‴ rückt. — Nach dieser Vorausschickung kehren wir zu der Spindeltreppe zurück. C stellt das abgewickelte Profil der Stufen

Fig. 420.



an der Stelle dar, wo sie in die Wangenmauer eingreifen. D ist die Unteransicht einer Stufe. Ginge diese Stufe nur bis an die Wangenmauer, so würde man die gerade Chablone gee'dcba Fig. C an die Cylinderfläche bei g'e' Fig. 418 D anhalten und den Stein danach arbeiten; da dies deshalb nicht thunlich ist, weil die Stufe mit einem rechteckigen Stück in die Mauer eingreift, so muß man sich, nachdem die Bahnen ee'a,a Fig. 418 D geschlagen sind, die krumme Bahn abcde' mit Hülfe des Querschnitts Fig. C bestimmen; ebenso verfährt man an der Spindel. Die Figur 418 D von abcde' gezogenen Linien geben die Lagen des Richtscheits (oder die Lagen der Leitlinie des Cylindroids) an.

Die freitragende Wendeltreppe Fig. 420 A ist der Grundriß. Die Stufentheilung wird auf dem, in der Mitte der lichten Stufenlänge gezeichneten Theilkreis ausgeführt; durch die erhaltenen Punkte zieht man Linien nach dem Mittelpunkt, so geben diese im Grundriß die vorderen Stufenkanten an. Das Auflager der einzelnen Stufen aufeinander ist durchweg zu 3^{zm} angenommen, obwohl es häufig größer angenommen wird, ohne daß sich darin ein besonderer Nutzen erkennen läßt. Dagegen ist die senkrechte Höhe für den schrägen Schnitt oder die Versatzung zu 6^{zm} genommen. Man erhält demnach im Grundriß die Kante b Fig. C, indem man die punktirte Linie bb parallel mit aa und 3^{zm} davon entfernt zieht. Um aber die Kante c'' c''' zu erhalten, muß man den, über dem Theilkreis 1. 2. 3. gedachten Cylindermantel abwickeln; alsdann stellt sich der Stufenquerschnitt wie Fig. C, welche jedoch im doppelten Maßstab gezeichnet ist, dar. Die Spirale 1. 2. 3. ist nämlich bei dem Abwickeln eine gerade Linie c' c' geworden; die Versatzung bc' ist rechtwinkelig dazu und ab ist 3^{zm} breit angenommen. Um die Chablone für die inneren Stufenenden zu erhalten, wickelt man den innern Cylindermantel, dessen Radius oc''' ist, ab, so geht die Schraubenlinie c''' c''', Fig. 724 A, in die gerade Linie c''' c''', Fig. E über. Da die Linien c'' c''', Fig. A, welche sich in Fig. C und E in den Punkten c' und c''' darstellen, horizontal sein sollen, so muß c''', Fig. E, ebensoviel unter der horizontalen Oberfläche der Stufe liegen, wie c' in Fig. C, d. h. der senkrechte Abstand nc' und nc', ist in beiden Figuren gleich und zwar gleich 6^{zm} ab ist in Fig. E ebenfalls gleich 3^{zm} und die Linie bc'', ist rechtwinklig zu c''' c'''. Wickelt man ebenso auch den äußeren Cylindermantel ab, an der Stelle, wo die Stufen auf der Wangenmauer aufliegen, so erhält man, indem man c''n Fig. D, = c,n

Fig. C=6 ^{zm} macht, bc'' rechtwinklig zur Linie c'' c'' zieht, ab= 3 ^{zm} macht, im Uebrigen die Stufenhöhe aufträgt, das Fig. D dargestellte Profil.

Da die Linie mp in Fig. C parallel mit der Linie c' c' ist, so kann man von mp aus das Auftragen der Stufenprofile vernehmen, was sich bequemer macht. Um die Punkte c' c'' c''' Fig. CDE, in den Grundriß Fig. A zu übertragen, macht man ac''' Fig. A=$1/_2$ an, Fig. D; ferner ac' Fig. A=$1/_2$ an Fig. C, und zieht die punktirte Linie c'' c''', Fig. A, so wird ac'''=$1/_2$ an Fig. E. Man sehe übrigens, was unter 5) S. 419 gesagt ist. In der Hälfte des Grundrisses und Aufrisses Fig. 420 ist eine steinerne äußere und innere Wange angedeutet; indessen bleiben sehr häufig beide Wangen weg, so daß wir betreffs des Austragens der Wangenstücke auf Werke über Steinschnitt verweisen können.

Zu bemerken ist noch, daß der Raum zur Anlage einer Wendeltreppe, so wie die Anordnung der Stufen so sein muß, daß man sich auf keinen Fall beim Herabgehen an den Kopf oder Hut stößt, weshalb gegen 2,3 ^{m} lichte Höhe vorhanden sein müssen.

Da die freitragenden Treppen, besonders wenn an der untern Fläche die Stöße nicht sichtbar sind, zu den kostbareren Treppen gehören und leicht und gefällig aussehen, so werden die Stufen sehr häufig abgerieben (geschliffen), wenigstens aber scharrirt. Das Geländer wird am Besten an der Seite der Stufen befestigt, so daß die Treppenbreite nicht beschränkt wird, oder auf der oberen Fläche des freitragenden Endes und, wo eine Wange da ist, auf dieser.

b. Treppen aus Mauersteinen. Die Herstellung der Treppen in Mauersteinen basirt auf der Construction der Gewölbe, die sich möglichst der Form der verlangten ansteigenden Stufen anschließen. Die zu verwendenden Gewölbeformen sind: das scheitrechte Gewölbe, das Kappengewölbe, das Kreuzgewölbe und das böhmische Kappengewölbe.

Die Stärke der Treppengewölbe beträgt:

Für das preußische und böhmische Kappengewölbe. Die Pfeilhöhe mindestens $1/_{12}$, gewöhnlich $1/_8$ der Spannweite. Die Gewölbestärke bis 1,75 ^{m}=$1/_2$ Stein. Darüber ein Stein am Scheitel. Die Widerlager werden $1/_3$ der Lichtweite, mindestens $1/_2$ Stein stark gemacht.

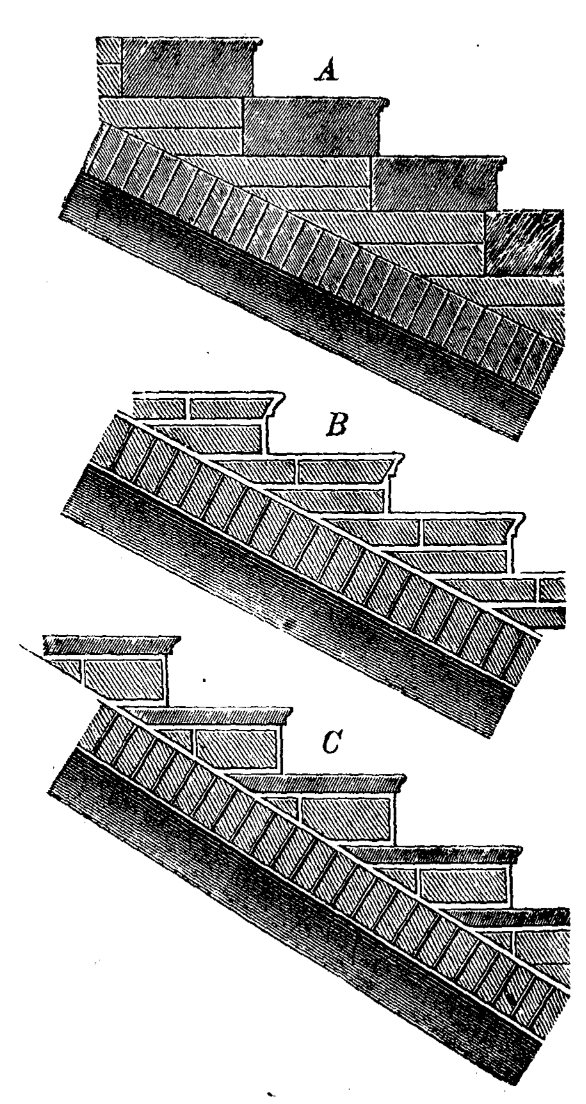
Für Kreuzgewölbe. Die Gewölbestärke beträgt in den Kappen immer $1/_2$ Stein. Die Grate werden bis 1,75 ^{m} Lichtweite 1 Stein,

darüber $1^1/_2$ Stein stark gemacht. Die Widerlagsstärke wird $^1/_4$—$^1/_5$ der Diagonale angenommen, bei hohen Widerlagern ist die Höhe derselben ebenfalls zu berücksichtigen, und zwar liegen dieselben höher als 2,5 bis $3,1^m$, so kann man die Stärke um $^1/_8$ bis $^1/_{10}$ der Höhe vermehren.

Auf den Treppengewölben ruht nunmehr die Aufmauerung, welche die Stufenform bildet, auf diese muß der Belag aufgebracht werden. Nur in den seltensten Fällen darf man Mauersteine ohne Ueberzug betreten lassen, da dies sehr unansehnlich ist, und die Stufen leicht ausgetreten werden.

Fig. 421 zeigt bei A Sandsteinstufen mit Hintermauerung, bei B Backsteinstufen mit Cementüberzug und bei C solche mit Holzbelag.

Fig. 421.



Die folgenden Figuren zeigen verschiedene Arten gewölbte

Treppen, Fig. 422 ist der Grundriß und Fig. 423 die Seitenansicht einer gewöhnlichen, gerade aufgehenden Treppe.

Fig. 422.

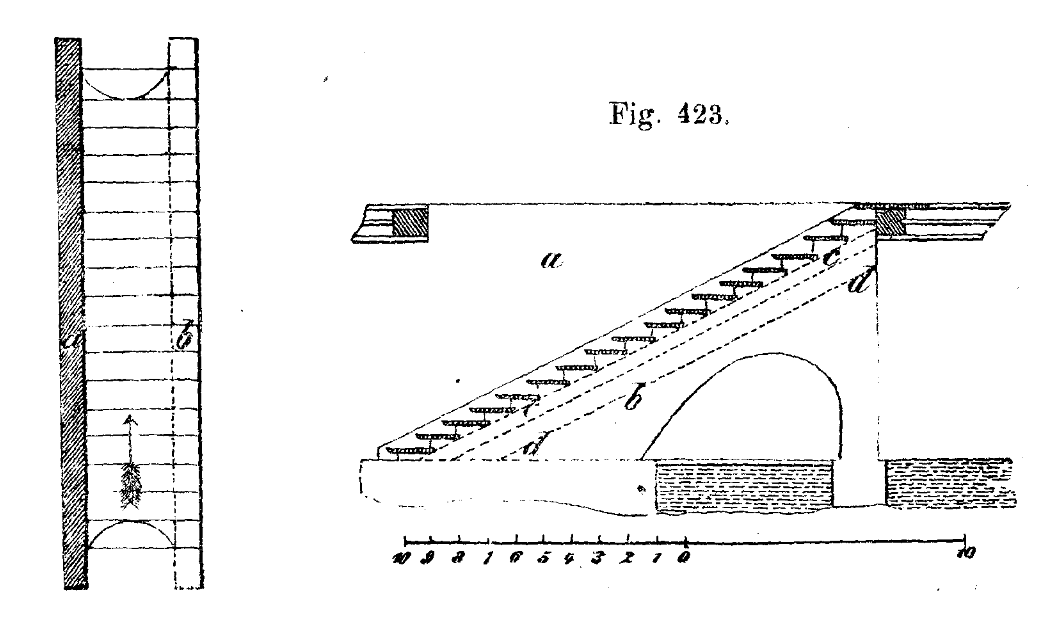


Fig. 423.

Zwischen einer Mauer a und einer Aufmauerung b befindet sich eine eingewölbte Kappe cc, deren Steigung durch die Linie dd angedeutet ist. Die Stufensteigungen werden von Mauersteinen auf die Kappenwölbung aufgemauert und darüber liegen die Trittstufen, entweder aus Steinplatten oder Holzbohlen bestehend. Beständen die Stufen nicht aus Steinplatten, sondern aus sogenannten steinernen Blockstufen, welche 8 ^{zm} tief in der Mauer a und quer über die Mauer b lägen, so wäre gar kein Gewölbe darunter nöthig.

Steinerne Stufen liegen vermöge ihrer Last so fest auf einander oder auf der Untermauerung, daß sie keiner anderweitigen Befestigung bedürfen. Hölzerne Trittstufen dagegen sind an sich zu leicht, als daß sie fest liegen könnten und werfen oder verziehen sich, weshalb sie auf folgende Weise befestigt werden. Durch jede hölzerne Trittstufe werden 2 eiserne Bolzen in der Art gezogen, daß die Köpfe vertieft in die Stufe eingelassen werden, die Schraubenbolzen aber durch das unten befindliche Gewölbe reichen, damit man die Muttern erforderlichen Falles wieder fester anziehen kann. Man pflegt zwar hölzerne Trittstufen auch mit sogenannten Stichankern im Mauerwerk zu befestigen, welches aber nicht so gut ist als die Befestigung mit Bolzen, da die Stichanker sich leicht herausziehen.

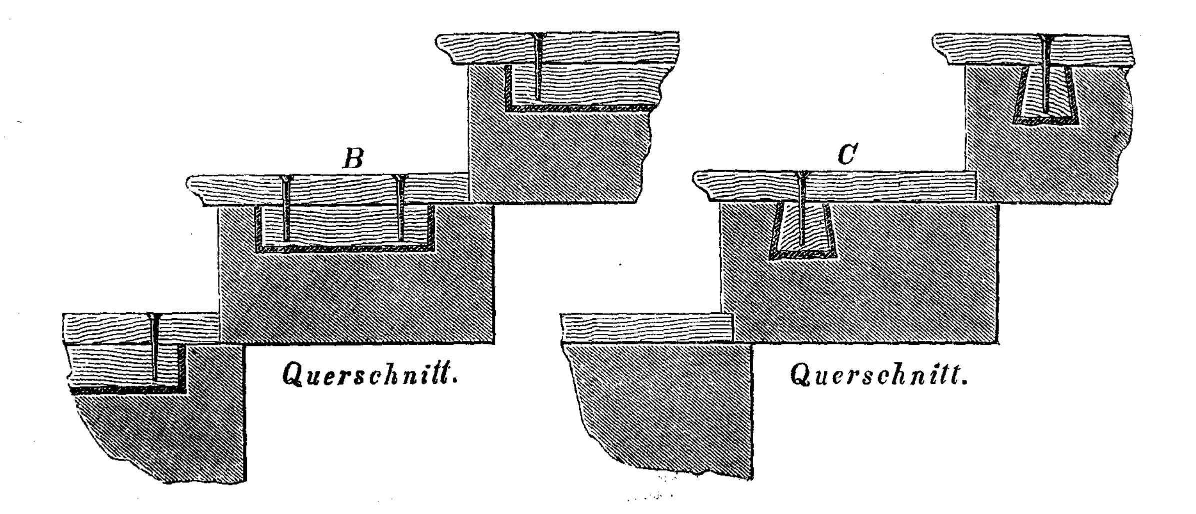
Eine andere zweckmäßige Art die Holzstufen zu befestigen besteht

darin, daß gleich beim Aufmauern der Stufen hölzerne Dübel eingemauert werden, worauf die Belagstufen aufgeschroben werden können.

Die Trittstufen von eichenen Bohlen, 3—6 ^{zm} stark, sind besse als Steinplatten und als Steinblockstufen. Sie sind immer trocken und sicher zu betreten, was bei den steinernen nicht der Fall ist; außer etwa bei Sandstein. Die anderen festen Steine (namentlich Granit) zu Treppenstufen angewandt, werden durch häufigen Gebrauch so glatt wie polirte Steine, und solche Treppen sind dann insbesondere für alte Leute und Kinder gefährlich. Ist von vornherein ein polirter Stein zu diesen Treppen gewählt, so muß man solche Treppen mit Teppichen belegen, welche indeß nicht so breit sein dürfen, daß sie das schöne Material der Stufen ganz verdecken. Damit diese Teppiche sich genau der Stufe anschmiegen, fest liegen bleiben und doch leicht losgemacht werden können, sind in die Winkel der Stufen polirte Metallstangen zu legen, welche in eingelassene Haken greifen.

Soll auf Sandsteinstufen ein Holzbelag aufgebracht werden, so ist das einfachste Verfahren, entsprechende Holzdübel in die Stufen einzugypsen wie Fig. 424 zeigt, und die Belagsbretter von höchstens 3 ^{zm} Stärke darauf aufzuschrauben. Damit sich die Bretter aber nicht zu stark werfen können, muß man die Dübel entweder ziemlich lang machen, damit man zweimal nageln resp. schrauben kann, wie Fig. 424 bei B oder man bildet die Stufen am besten mit einem Falze wie bei C unter dem sich das Belagsbrett unterschiebt. Letzteres wird dann nur vorn einmal auf einen kleinen Dübel aufgeschraubt.

Fig. 424.

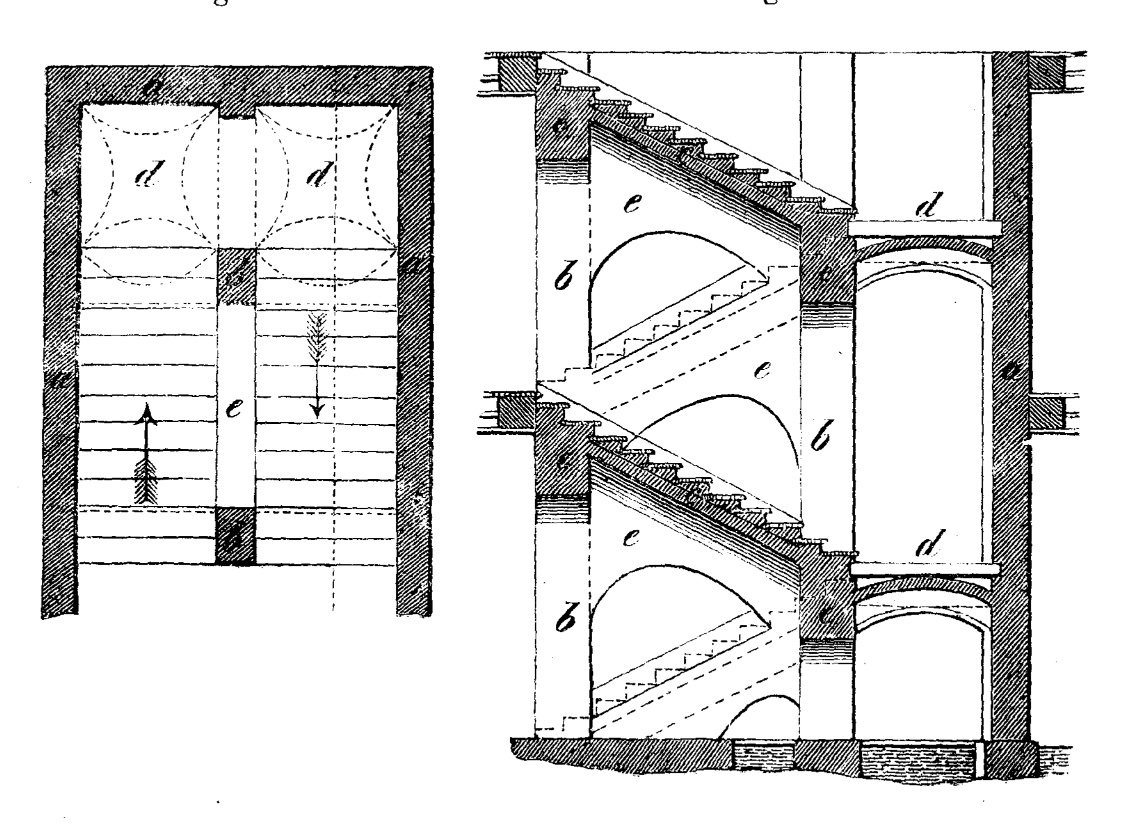


Hinsichtlich der Feuersgefahr ist bei hölzernen Trittstufen in gewölbten Treppen nichts zu befürchten, denn da die hölzernen Tritte unter sich keinen unmittelbaren Zusammenhang haben, so können sie auch nie besonders Feuer fangen, und wenn auch wirklich durch einen Zufall eine oder die andere Trittstufe abbrennen sollte, so kann sich das Feuer nicht fortpflanzen, oder wenigstens nur sehr langsam. Auch würde eine solche gewölbte Treppe, selbst wenn eine oder die andere Trittstufe brennte, noch ohne Gefahr betreten werden können, was bekanntlich bei ganz hölzernen Treppen nicht der Fall ist.

Steinerne Blockstufen lassen sich, wenn sie ausgelaufen sind, schlecht ausbessern, man kann alsdann nur einzelne Stücke einsetzen, welches mißlich ist und schlecht aussieht; anderenfalls muß man sämmtliche Stufen um gleichviel abspitzen und wenn dabei die unterste Stufe zu niedrig und die oberste zu hoch wird, Trittplatten oder Bohlen auflegen. Man pflegt daher lieber gleich steinerne Platten als Trittstufen zu verwenden, und wenn eine davon unbrauchbar geworden ist, eine neue einzulegen, oder umgekehrt, die Steintreppe gleich mit hölzernen Trittstufen zu versehen, welche man beliebig erneuern kann, wenn sie ausgetreten oder beschädigt sind.

Fig. 425 zeigt den Grundriß und Fig. 426 den Längendurch-

Fig. 425. Fig. 426.



schnitt einer gewölbten Treppe auf Pfeilern und Bogen. aa sind die massiven Mauern, welche die Treppe umgeben, bb die Pfeiler, welche das Ganze tragen; cc die Kappengewölbe, welche die Steigung bilden; ee die Gurtbogen und dd die Ruheplätze.

Was die Stärke der Widerlager betrifft, so kann man im Allgemeinen annehmen, daß Mauern und Pfeiler mindestens den vierten Theil der lichten Gewölbebreite stark sein müssen. Wären demnach die Gewölbe 2 ^{m} breit, so müßten Mauern und Pfeiler mindestens 50 ^{zm} stark gemacht werden 2c. Es sind in Fig. 426 steigende Stichkappen zur Unterwölbung der Trittstufen angenommen, weil die Breite der Stufen nicht bedeutend ist und sich diese Art Wölbung am bequemsten anordnen läßt. Werden jedoch die lichten Weiten der Gewölbe größer als $1\frac{1}{2}$ ^{m}, so ist es besser steigende Kreuzkappen, oder böhmische Kappen zur Unterwölbung der Treppenarme zu wählen, weil diese auch Stich nach der Länge und daher eine größere Festigkeit haben, als die steigende, auf den Schwalbenschwanz gewölbte (preußische) Kappe. Noch weniger zu empfehlen ist es, die steigende Stichkappe zu wölben, weil dabei der Hauptschub nicht auf den stärk-

Fig. 427.

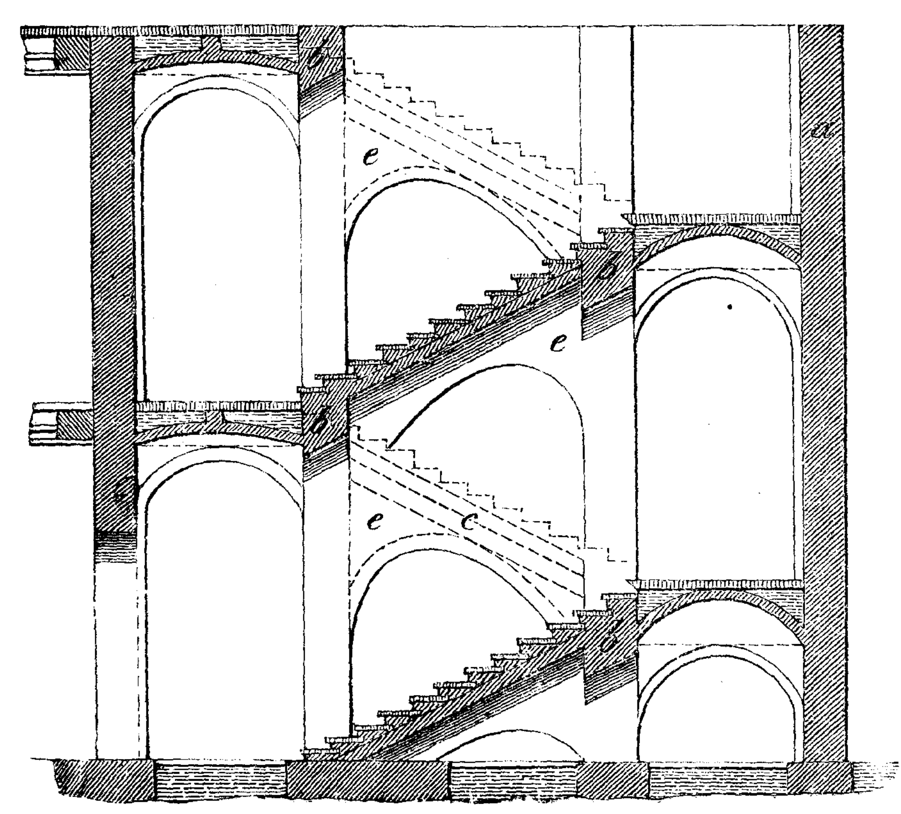
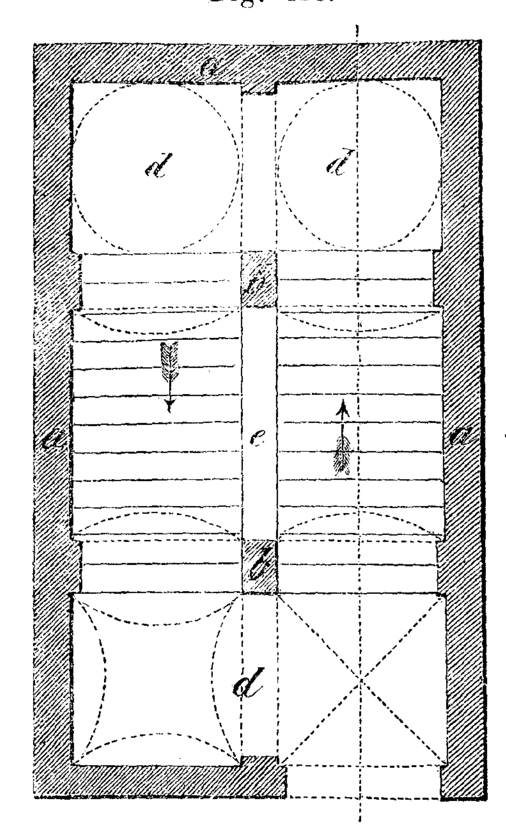


Fig. 428.



sten Theil (die Ecken) übertragen wird, sondern weil alsdann der Schub auf den mittlern schwächern Theil der Mauer ebenso stark wirkt, wie auf die Ecken, weshalb man genöthigt ist, die beiden Widerlagsmauern verhältnißmäßig stärker zu machen.

Die Ruheplätze dd sind mit böhmischen Kappen gewölbt, welche außer der größern Festigkeit auch, namentlich in quadratischen Räumen, ein weit besseres Aussehen haben, als gewöhnliche Stichkappen.

Fig. 428 zeigt den Grundriß und Fig. 427 den Längendurchschnitt einer etwas größeren Treppe, mit denselben Bezeichnungen, wie vorhin. Zwei der Ruheplätze sind mit Kuppeln im viereckigen Raume, einer mit einer böhmischen Kappe und einer mit einer Kreuzkappe eingewölbt, um die drei Formen von Gewölben zu zeigen, welche sich hierzu am besten eignen. Nur ist zu bemerken, daß man die nebeneinanderliegenden Ruheplätze mit gleichartigen Gewölben überdecken wird.

Die in den Figuren 425—428 dargestellten Treppen mit Ruheplätzen dd sind für gewöhnliche bürgerliche Wohngebäude am zweckmäßigsten, indem sie sich angenehm besteigen lassen und dabei einen mäßigen Raum einnehmen.

In größeren öffentlichen Gebäuden, wo entweder viel Passage ist, oder wo die Treppe mit dem Glanz der innern Räume in Einklang gebracht werden soll, wählt man die Anordnung, welche in Fig. 429 bis 431 dargestellt ist.

Fig. 430 zeigt den Grundriß, Fig. 429 den Querdurchschnitt, Fig. 431 den Ueberecktdurchschnitt einer großen massiven Treppe. Die Treppenarme sind mit steigenden Stichkappen, die Ruheplätze mit Kreuzkappen versehen.

Fig 432 zeigt eine Anordnung der Treppenkappen, wie sie jetzt häufig ausgeführt wird. Man erspart dabei die Mittelwand zwischen den Treppenläufen und gewinnt den Raum dafür. Anstatt der Gurt-

Fig. 429.

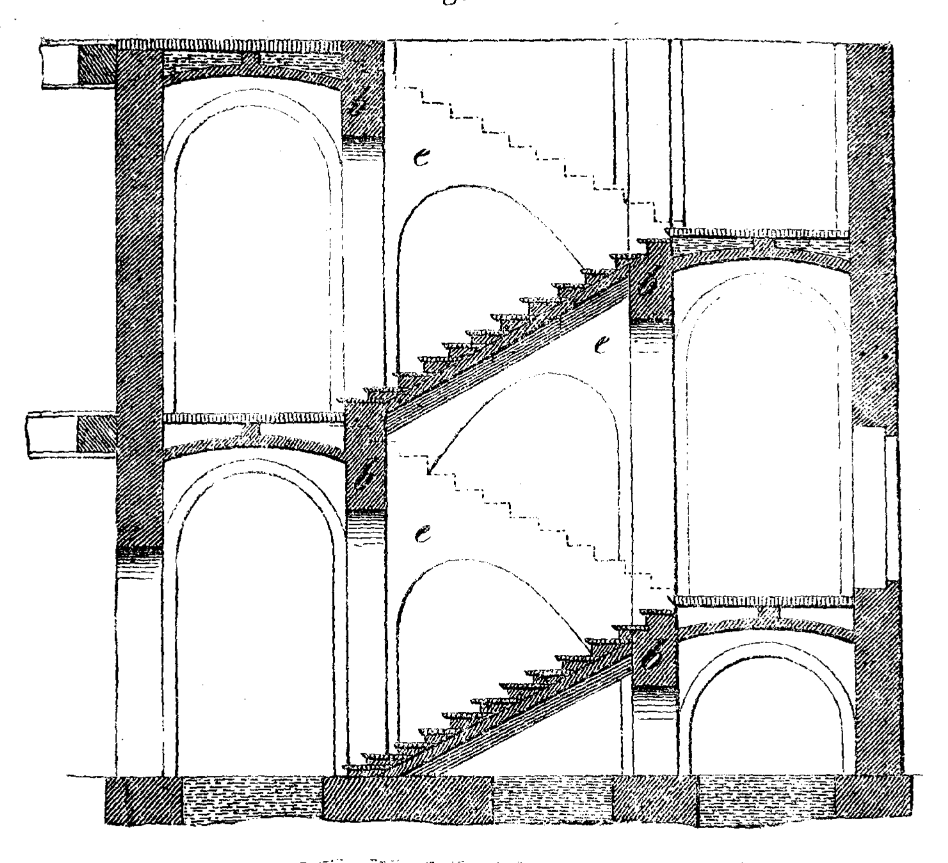
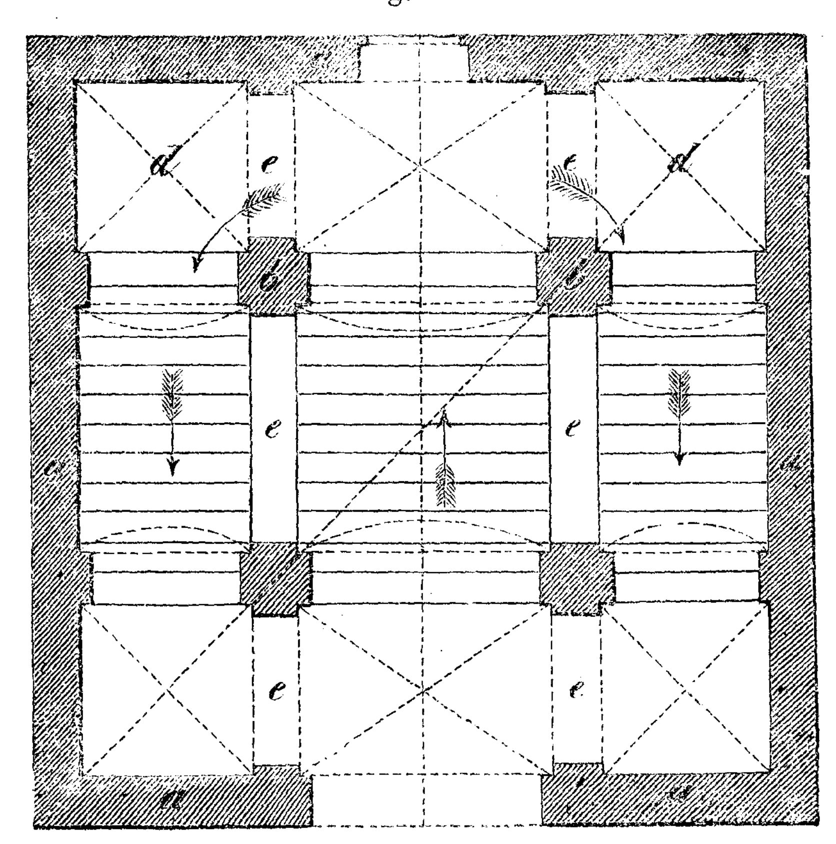
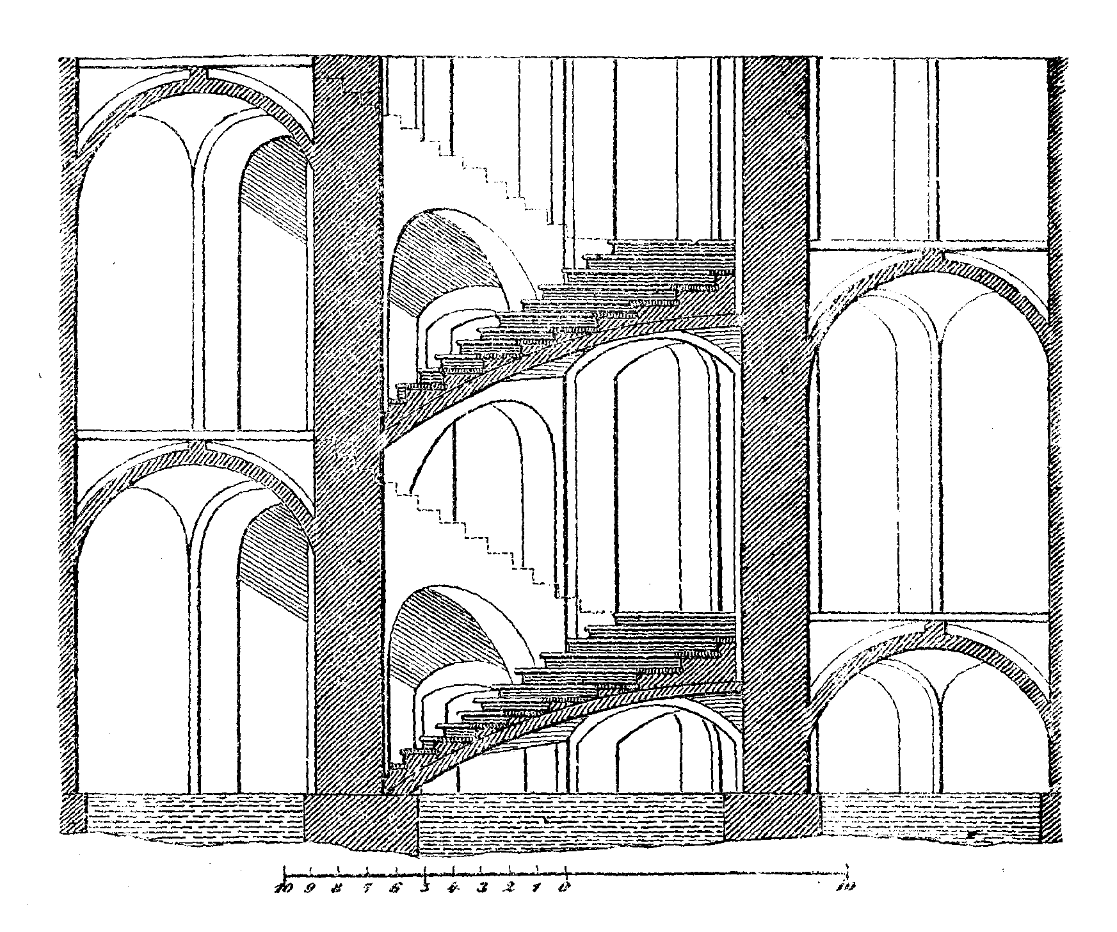


Fig. 430.



bögen a b werden auch oft Eisenbahnschienen verwandt. Die regelmäßige Form der ansteigenden Treppenstufen wird durch die ungleiche Aufmauerung p q ausgeglichen.

Fig. 431.

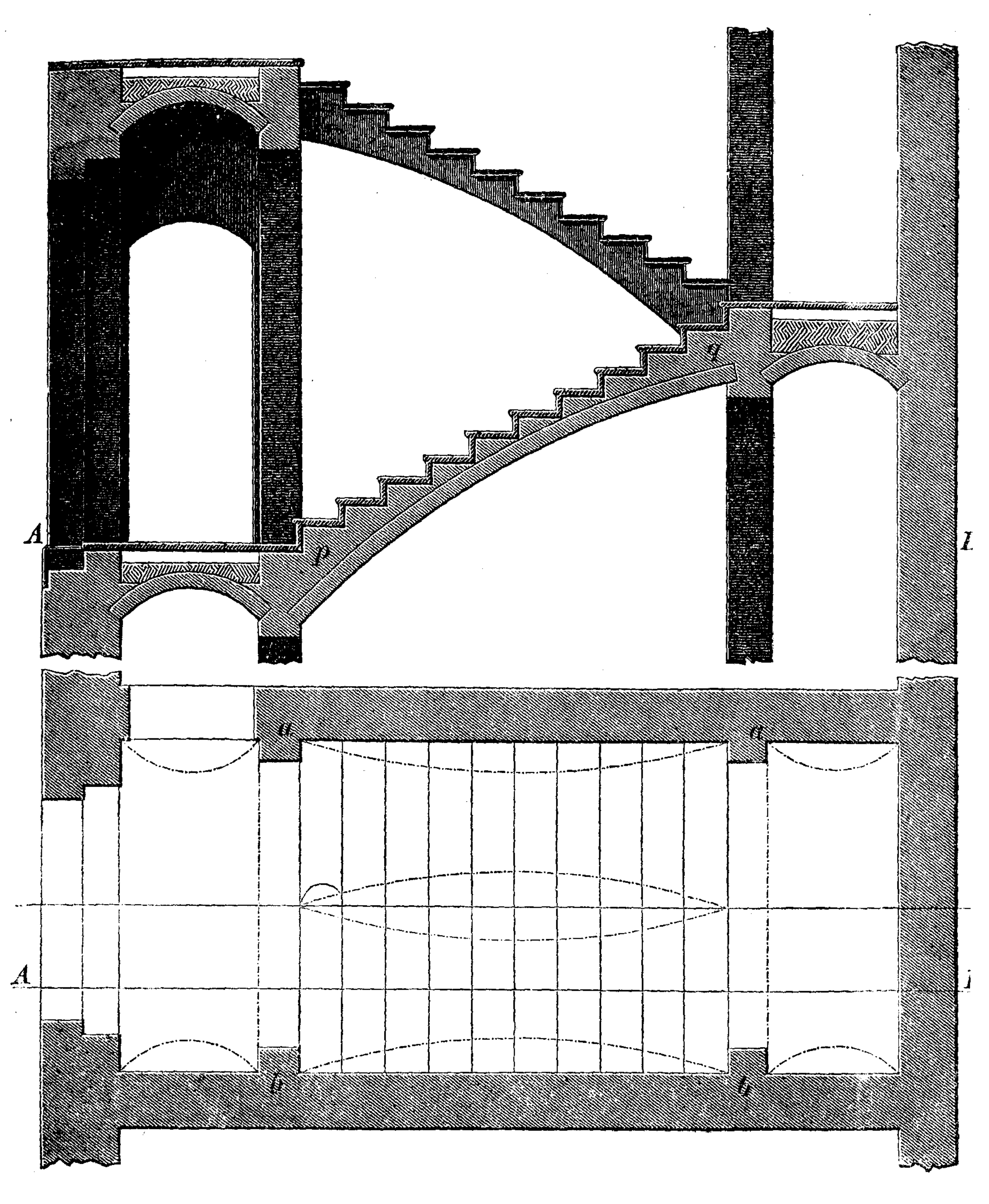


In Fig. 432 geben wir noch eine Treppe, die in Berlin jetzt vielfach ausgeführt wird. Am häufigsten findet man diese Construction bei zweiarmigen Treppen, doch läßt sie sich auch bei mehrarmigen sehr gut ausführen. Bei den Podesten sind Backsteinpfeiler aufgestellt, die den Gurtbögen ein Auflager gewähren. Gegen die Gurtbögen legen sich die Kappen, welche die Treppenmauern und Podeste unterstützen sollen.

Eine wichtige Regel für dergleichen Gewölbe giebt an, daß die Widerlagslinien der Kappen in einer horizontalen Ebene a b liegen müssen, damit die Fortpflanzung des Gewölbeschubes eine gleichmäßige sei. Für die Stärke der aufsteigenden Kappe genügt $1/2$ Stein, außerdem empfiehlt es sich sehr, an den Seiten und in der Mitte des Treppenarmes einen Verstärkungsbogen von 1 Stein Stärke anzuordnen.

Der Raum zwischen der Podestkappe und dem Fußboden wird mit trockenem Sande ausgefüllt. Die Stufen können aus Sand- wie Backstein gefertigt werden. Der zur Unterstützung der Gurtbögen

Fig. 432.



angeordnete Pfeiler wird zur Ersparung von Kosten auch oft weggelassen und wölbt man dann an seiner Stelle eine $1^1/_2$ Stein starke flache Kappe gegen die Umfassungsmauer des Treppenhauses, legt

auf diese den Podest und spannt hiergegen die ab- und aufsteigenden Treppenunterwölbungen in der erwähnten Weise.

Fig. 433.

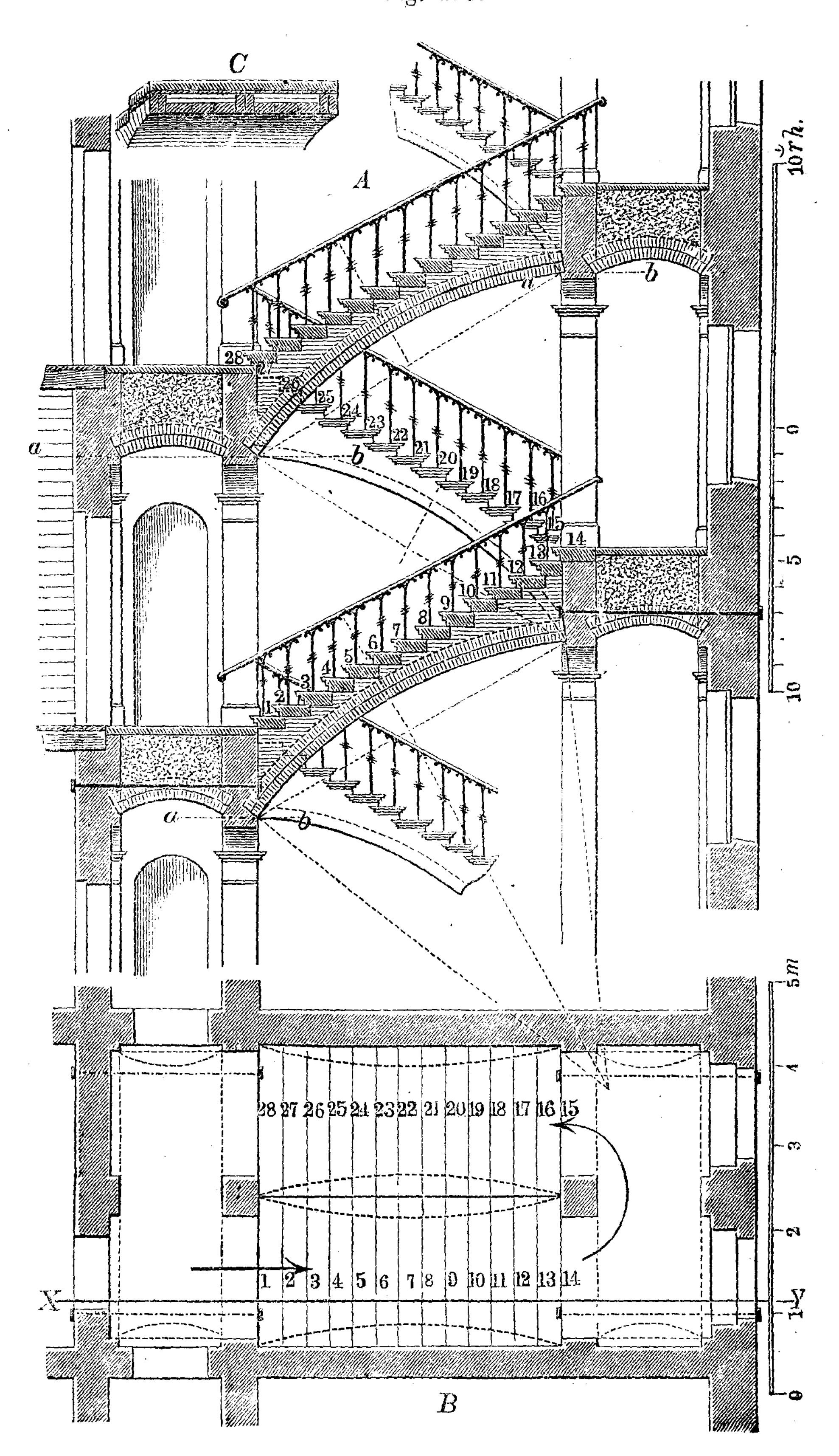


Fig. 434 zeigt den Grundriß und Fig. 435 den Durchschnitt einer kreisrunden Wendeltreppe. Die Gewölbe bewegen sich spiralförmig um die in der Mitte befindliche Spindel. Diese Spindel, welche wenigstens 21—25 ^{zm} Durchmesser hat, wird aus Formsteinen aufgemauert, welche mit dem Gewölbe verbunden werden. Wird der lichte Durchmesser einer solchen Wendeltreppe kleiner als 2,2 ^{m}, so wird sie zu klein und unbequem, ebenso muß man die Eintheilung

Fig. 434.

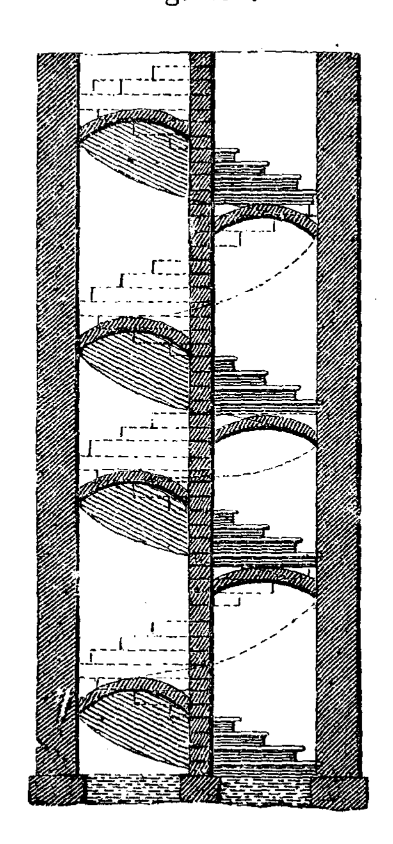


Fig. 435.

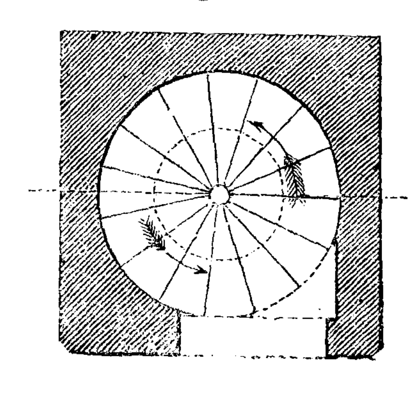
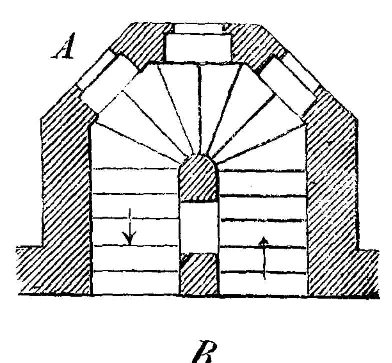
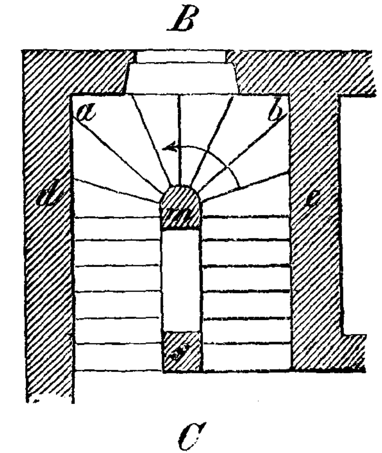
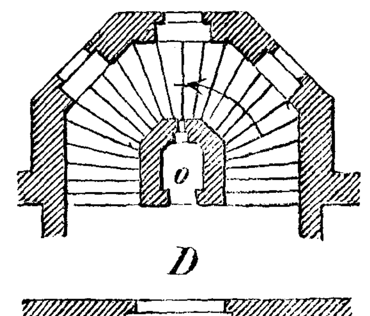
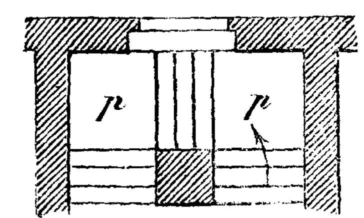


Fig. 436.









der Stufen in der Art treffen, daß ihre Breite auf dem in Fig. 435 in der Mitte gezeichneten Kreise geschieht, weil sie sonst zu schmal werden.

Der größte Vortheil von derartigen Wendeltreppen besteht darin, daß sie wenig Raum einnehmen; übrigens sind sie für unsere häuslichen Bedürfnisse nicht eben bequem und am wenigsten zum Transport von Möbeln, weshalb sie nur für untergeordnete Zwecke zu verwenden sind. Kann man durchaus die Höhe nicht erreichen, ohne zu wendeln, dann wähle man, sofern es thunlich ist, eine der 3 Fig. 405 A—D gezeichneten Anordnungen. C ist in kleinerem Maßstabe gezeichnet. Bei A und C springt dabei der Treppenraum vor der Hinterfront des Gebäudes vor und wird alsdann im Aeußeren gewöhnlich nach einem halben Achteck im Innern entweder ebenso, oder abgerundet hergestellt. Wenn man weniger Wendelstufen braucht legt man Fig. B ein Podest amb an, oder wählt die bei D gezeichnete Anordnung. Der Raum o Fig. C kann zur Aufstellung eines Speiseschranks oder als Rumpelkammer benutzt werden, auch könnte er zur Anlage von Abtritten dienen, wenn man dieselben nicht anderswo anbringen kann.

6. Die Treppen aus künstlichen Steinen.

Der Portland-Cement nimmt bei richtiger Behandlung eine Festigkeit an, die dem natürlichen festen Stein gleichkommt. Man könnte also unmittelbar Treppenstufen aus Portland-Cement gießen, wenn derselbe billiger wäre. Da aber dieser Mörtel, wenn man auch 3 Theile Sand nimmt, immer noch zienlich theuer ist, verwendet man ihn mit Mauer- oder Dachziegeln, und zwar kann man die Futterstufe für sich fertigen, nachher auf vorgekragte Steine versetzen und alsdann die Trittstufen verlegen, oder man wölbt die Stufen aus Ziegeln und Cement zwischen die Wangenmauern ein. Von einem Wölben aber, wie es bei gewöhnlichem Mörtel üblich, ist hier, wo guter Portland-Cement vorausgesetzt wird, nicht mehr die Rede, sondern das Wölben ist meistens ein bloßes Pflastern der Steine, sowohl für die Futterstufe, wenn dieselbe wie eine Rollschicht aneinander gereiht wird, wie auch für die Trittstufe, wenn dieselbe aus flachliegenden Ziegeln hergestellt wird. Eine solche Futterstufe ist alsdann, wie ein Sandsteinbalken von $1/2$ Stein Stärke und die Trittstufe wie eine Sandsteinplatte von 6 zm Stärke zu betrachten. Beide in Portland-Cementmörtel (mit 3 Theilen Sand) übereinader gelegt,

vertragen bei 1,5 m Stufenlänge in der Mitte eine weit stärkere Belastung, als in Wohngebäuden vorkommen wird, da ein Bruch erst erfolgt, wenn in der Mitte eine Belastung von etwa 40 Centnern wirkt; ist hingegen die Belastung gleichmäßig vertheilt, so wird dieselbe bis auf das Doppelte wachsen können, ehe der Bruch erfolgt; immer vorausgesetzt, daß der Portland-Cement sehr gut war, daß er richtig verarbeitet und feucht gehalten wurde, und daß die Probebelastung erst 5 Wochen nach der Verarbeitung erfolgte. Sicherer dürfte es immer sein, sich nicht allein auf das Material zu verlassen, sondern den Stufen, wenn irgend möglich, auch eine Wölbespannung zu geben.

Betrachten wir zuerst die Stufen und deren Herstellung:

1. Stufen aus Mauersteinen und Dachsteinen mit Cement erfordern eine, der erforderlichen Größe entsprechende Form aus Bohlen. Diese Form erhält jedoch weder Deckel noch Boden und wird auf einem gedielten oder gepflasterten Fußboden, den man zuvor mit Schreibpapier belegt, gestellt. Auf diese Papierunterlage breitet man eine $2^1/_2$ zm starke Cementmörtelschicht (1 Theil Cement, 1 Theil Sand) und legt nach Fig. 437 und 438 den zugerichteten Dachstein mit der flachen Seite so nebeneinander, daß sie etwa 2 zm von den Formwänden entfernt bleiben. Hierauf folgt eine zweite Lage Cementmörtel u. s. w.

2. Stufen aus Béton. Hierzu verwendet man je nach dem Zwecke 1 bis 3 Theile scharfen, von allen erdigen Theilen befreiten Sand und zwar von feinem, mittleren und gröbsten Korn zu gleichen Theilen zusammengesetzt. Diese Materialien werden trocken untereinander gemischt, sodann mit dem nöthigen Wasser zu Mörtel angerührt und in die Form, in Lagen von 6—$7^1/_2$ zm eingeschüttet und mit einer hölzernen Ramme mäßig gestampft.

Die letzte Lage bleibt etwa $2^1/_2$ zm unter der Trittfläche der Stufe, welcher Raum sodann mit einem Mörtel, aus 1 Theil Cement und 1 Theil Sand bestehend ausgeglichen wird. Nach einigen Stunden werden die Formtheile abgenommen und die Flächen mit Cementmörtel glatt geputzt und geglättet. Den Querschnitt einer solchen Stufe zeigt Fig. 439.

Auch fertigt man solche Stufen aus Cementmörtel mit Steinstücken nach Fig. 440.

3. Stufen mit hohlem Querschnitt fertigt man aus gebranntem Thon, Portland-Cement-Platten und aus Hohlsteinen mit Cement.

Haben solche Stufen starke Erschütterungen auszuhalten, so erhalten sie in Entfernung von $0,5^{\text{zm}}$ nach Fig. 441 Querwände.

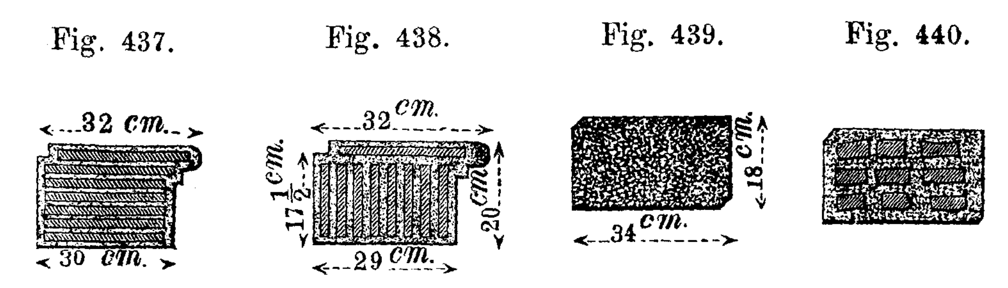


Fig. 437. Fig. 438. Fig. 439. Fig. 440.

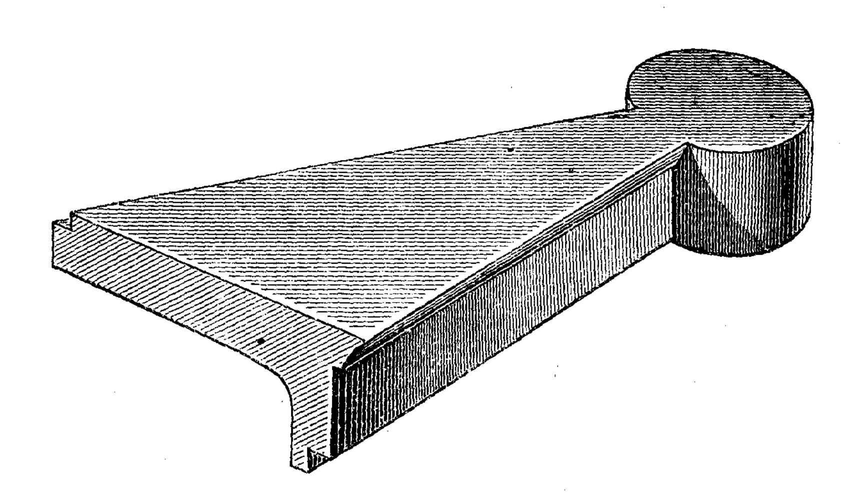


Fig. 441.

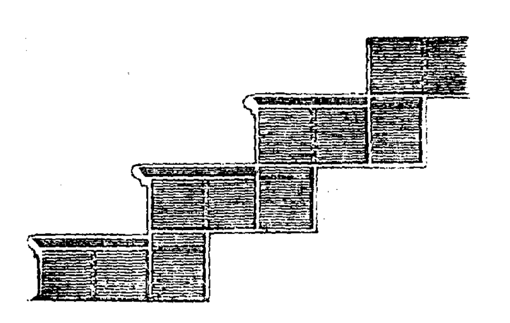
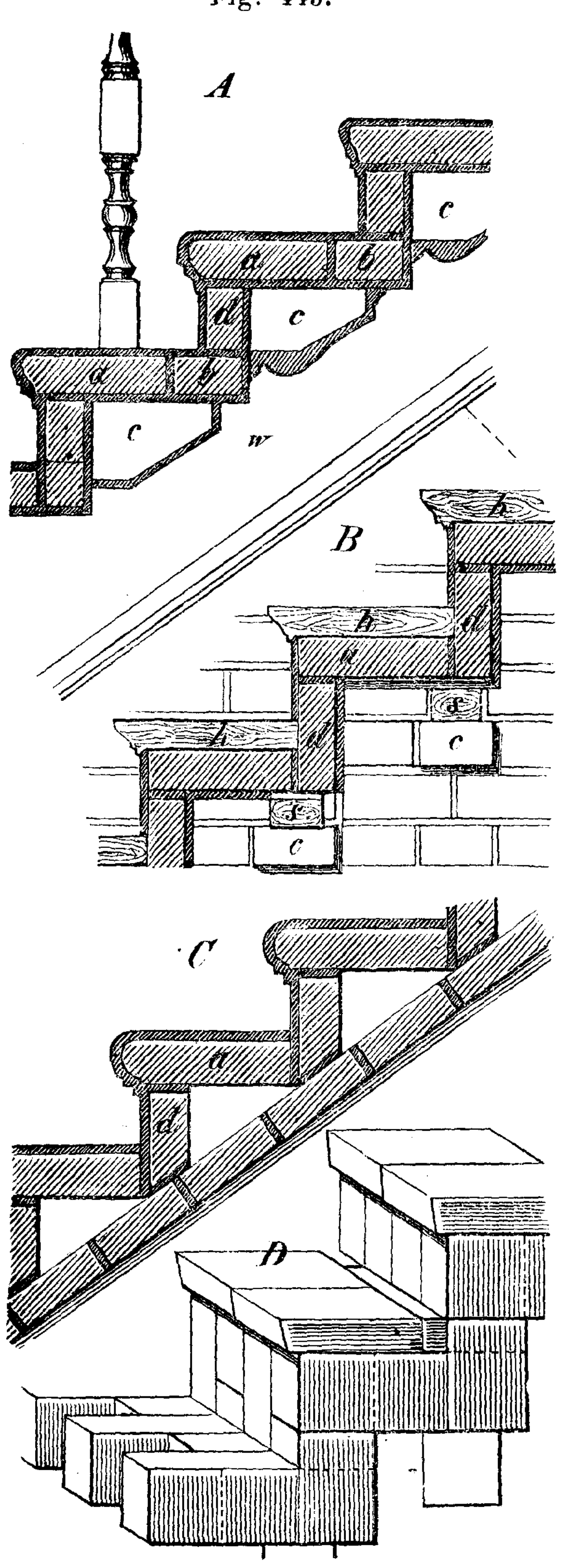


Fig. 442.

Die nebenstehende Fig. 442 zeigt eine Anordnung, wo die Stufen verbandmäßig aufgeführt sind, so daß jede Stufe $^1/_2$ Stein auf der nächstunteren aufliegt. Je nach dem Format der Ziegel und je nach der Steigung ist man genöthigt, größere oder kleinere Quartierstücke mit zu verwenden. Ein Unterwölben der Stufen durch eine steigende Kappe ist nicht nöthig. Die Wangenmauern werden mit gewöhnlichem Mörtel $1^1/_2$ Stein stark aufgeführt; alsdann wird ein vollständiges Gerüst für die Stufen hergestellt oder es werden, wie Fig. 443 (umstehend) zu sehen ist, Steine cc vorgekragt, auf welche hölzerne Stege ss gelegt werden, um Unterlager für die zu mauernden Stufen zu erhalten. Diese Stege haben ebenso, wie für das Wölben scheitrechter Fenstersturze, eine Wölbung von beinahe $2^1/_2{}^{\text{zm}}$, man entfernt dieselben frühestens nach 14 Tagen, wenn der Portland-Cement be-

reits fest geworden ist. Die geringe Wölbung, welche sonach auch die Stufen erhalten, wird durch Mörtel ausgeglichen, sobald die Trittstufe, die entweder aus einer Streckeschicht oder aus Dachziegeln

Fig. 443.



und Cement besteht, aufgebracht wird. Nach Entfernung der Stege s kann man mit Hülfe der vorgekragten Steine cc Fig. 443 B Consolen, wie A bei cc zu sehen ist, herstellen.

Zu solchen Treppen ohne Unterwölbung der Stufen verwendet man einen Mörtel aus 1 Theil Cement mit 2 Theilen Sand und kann eine lichte Stufenbreite bis zu $1^3/_4$ m nehmen. In Gebäuden, wo die Stufen stark abgenutzt werden, wie in Casernen, hat Herr Baumeister Becker in Berlin vorn auf den Trittstufen eiserne Schienen befestigen lassen; sonst hat man die Stufen, sowohl bei Freitreppen wie bei inneren Treppen, meistens nur geputzt, bisweilen aber auch die Trittstufen mit Bohlen belegt, die einmal ein angenehmeres Begehen als der versteinte Portland-Cement gewähren, dann aber auch, sofern sie 6—8 Zentimeter in der Wangenmauer aufliegen, der Tragfähigkeit der Treppe zu Hülfe kommen können. Vgl. Fig. 443 h. Denn bei dieser Treppe von etwa $1^1/_4$ m Breite sind die Futterstufen d und die Trittstufen a nur 6 zm stark gemacht worden.

Bei anderen Treppen, wo man ebenfalls nur eine solche Stärke der Stufen anwandte, da hatte man die Stufen durch eine Kappe unterstützt. Hierbei ordnet man die Podeste nach Fig. 444 entweder auf der flachen Seite steigend, zwischen Seitenmauern so an, daß diese die Widerlager bilden, oder wenn eine oder zwei Seiten der Treppe frei zu liegen kommen, daß die Kappe steigend von einem Podest zum andern gewölbt wird und demnach die Gurtungen oder die Untermauerung der Podeste die Widerlager bilden.

Diese Kappen sind meistens, wie die preußische Kappe auf den Schwalbenschwanz gewölbt worden, aber nicht $^1/_2$ Stein stark, sondern bis zu 1,5 m Spannweite und mehr, blos 6 zm stark oder so dick, wie der Ziegel ist, und dabei haben sie blos eine Pfeilhöhe von $^1/_{12}$—$^1/_{20}$ der Spannweite erhalten, wenn die Widerlager wenigstens $1^1/_2$ Stein stark waren und durch Anker gesichert wurden. Denn auch der Portland-Cement braucht Zeit, ehe er seinen hohen Grad von Festigkeit erreicht, und deshalb kommt es darauf an, diese Kappen anfangs möglichst wenig durch die Stufen zu belasten, welche daher meistens hohl, wie Fig. 408 C ausgeführt worden sind und empfehlen sich hierzu die §. 16 h erwähnten hohlen Mauersteine. Wir hatten bei Besprechung derselben bereits gesehen, was man mit ihnen und mit Portland-Cement thun durfte, da ein Gewölbe, nachdem dieser Cement erhärtet ist, durchaus gar keinen Schub, sondern wie ein steinerner Balken nur senkrechten Druck verursacht.

Podeste werden entweder $^1/_2$ Stein stark als Kappengewölbe in Cement gewölbt oder in zwei flachliegenden Ziegelschichten übereinander gepflastert. Gurtbögen werden ebenfalls sehr flach mit Cement gewölbt, ihre Widerlager verhältnißmäßig stärker angelegt und durch Vorkragen und nöthigenfalls noch durch Anker verstärkt.

Aber man ist bei diesen Anordnungen nicht stehen geblieben, sondern bis zu einer Grenze vorgegangen, welche bisher noch nicht erreicht und auch wohl nicht überschritten werden dürfte. Denkt man sich nämlich in Figur 443 B die hölzernen Trittstufen h weg, die Stufe etwa $1^1/_4{}^m$ lang, so sind die Setzstufen d, (aus Ziegeln in Portland-Cement verbunden) als steinerne Balken von $1^1/_4{}^m$ Länge, 6^{zm} Stärke und etwa 6^{zm} Stärke und etwa $17-18^{zm}$ Höhe aufzufassen und die Trittstufen a, als Platten von $1{,}25^m$ Länge, 26^{zm} Breite und 6^{zm} Stärke. Beide mit Portland-Cement verbunden, verstärken sich gegenseitig und man hat es gewagt, weiter nichts zu thun, als solche Stufen nur noch einmal in der Mitte zu unterstützen, durch einen 13^{zm} breiten Consol c Fig. 443 A, der mit Cement an die Setzstufen angesetzt, zum Auflager der Trittstufe ac dient. Da bei diesem Zusammenkitten der Stufen gar kein Seitenschub vorhanden ist, so brauchen die Wangenmauern nur bis zur Unterfläche der Stufen zu reichen. Da aber gleichzeitig solche Stufen leicht sind, so hat man sogar statt der innern Wangenmauern blos Wangen w Fig. 443 A aus Dachziegeln und Portland-Cement verbandmäßig zusammengekittet. Eine solche Wange, die wie ein steinerner Balken zu betrachten ist, wird, wie bei hölzernen Treppen gar nicht untermauert, sondern unten gegen ein gemauertes Fundament und oben gegen einen Pfeiler oder Gurtbogen gelehnt und darauf werden die Stufen gesetzt. Diese Anordnung Fig 443 A ist also ganz ähnlich, wie für hölzerne Treppen mit aufgesattelten Stufen.

Bei Wendeltreppen muß die Spindel ebenfalls aus Ziegeln mit Portlandcement aufgeführt werden, wenn man nicht eine eiserne Stange lothrecht durch die Spindel führt; außerdem kragt man überall da, wo eine Stufe gegen die Spindel stößt, einen Ziegel etwas vor, um der Stufe gleichzeitig ein Auflager zu geben; dasselbe geschieht, wo die Stufe gegen die Wand stößt und bei schwachen Treppen auch einmal in der Mitte.

Die letzten beiden Anordnungen findet man vereinigt bei einer Treppe, die Herr Maurermeister Schüttler in Berlin in dem Hause Grabenstraße Nr. 9 durch zwei Geschosse aufgeführt hat.

Bei dieser Treppe, die 1,4^{m} lange Stufen hat, sonst ähnlich wie Fig. 436 B gestaltet ist, aber ein Podest amb hat, sind die beiden ms aus Mauersteinen mit gebrochenen Ecken in Portland-Cement gemauert und cannellirt (geriefelt) geputzt, 29^{zm} stark. Gegen diese Spindeln, die etwa $1^{3}/_{4}{}^{m}$ von einander entfernt stehen, sind die, etwa 2^{m} langen schrägen Wangen gelehnt. Diese Wangen w Fig. 433 A sind ohne den Verputz so breit und hoch, wie 5 mit Portland-Cement verbandmäßig aneinander gekittete Dachsteine. Sie haben an der oberen Spindel durch vorgekragte Steine ein verstärktes Auflager erhalten. Die etwa 1,4^{m} langen Stufen liegen auf den Wangen, wie Figur 442 A zu sehen und haben an den Treppenmauern, (c d Fig. 436 B) von denen die eine 1 Stein, die andere $1^{1}/_{2}$ Stein stark, in gewöhnlichem Mörtel ausgeführt ist, ein Auflager durch vorgekragte Steine erhalten. Zum Auflager der Wendelstufen wurden an den Mauern und an den Spindeln gleich beim Aufmauern ebenfalls Steine vorgekragt.

Das beinahe dreieckige Podest amb Fig. 416 B, welches an der Seite, die der Spindel gegenüber liegt, gegen 2,8^{m} breit ist, wurde ähnlich wie bei Holztreppen durch Podestbalken und diese mit durchbrochenen Consolen unterstützt, nur daß hier Mauer- und Dachziegeln und Cement dazu verwandt wurden. Das Podest wurde darüber aus flachliegenden Ziegeln 6^{zm} mit Portland-Cement gepflastert und ebenso, wie die übrigen Theile, oben und nach Wegnahme der Unterstützung auch unten 1^{zm} stark geputzt. Zum Mauern und Putzen wurden nicht weniger als 3 Theile scharfer reiner Sand zum Cement verwandt; die gut gebrannten Ziegelsteine werden aber nicht blos angenäßt, sondern wo möglich vor dem Vermauern eine Stunde ins Wasser gelegt.

Anscheinend ist man bei dieser Treppe bis an die Grenzen vorgegangen, (denn es wird wohl Niemand wagen, die inneren Wangen und Spindeln wegzulassen und die Treppe Fig. 441 als ganz frei tragende zu behandeln); aber dadurch, daß alle Theile verhältnißmäßig leicht sind und daß so ein harmonisches Einwirken aller Kräfte stattfindet, hat diese Treppe hinreichende Stabilität.

Obwohl die Treppe mit 3 Theilen Sand auf 1 Theil Portland-Cement geputzt ist und als Haupttreppe des Gebäudes vielfach benutzt wird, so hat sie sich doch vollständig gut erhalten, und gewährt durchaus die Festigkeit und den Eindruck einer massiven Steintreppe; außerdem ist sie noch dadurch interessant, daß auch das Geländer aus

Ziegeln und Portland-Cement nach Art der hölzernen Traillengeländer gefertigt ist.

Der Putz der Treppen wird 1 — 2 zm stark gemacht und zwar wird auch die Unterfläche, sofern sie sichtbar bleibt, mit Portland-Cement geputzt, und die Treppe auf diese Weise verstärkt; hierbei werden gleichzeitig Gliederungen an den Vorderkanten der Stufen gezogen, sofern man nicht eine Trittstufe aus Ziegeln und Cement oder aus Holz besonders auflegt. Der Cementputz der Stufen wird naß aufgetragen mit schmalen Eisen geglättet und längere Zeit feucht gehalten (und zwar um so länger, je weniger man Sand zusetzte), damit keine Risse entstehen, welche die Festigkeit vollständig aufheben können.

Wir können diesen Abschnitt nicht ohne einen Nachsatz schließen. Es giebt viele Maurermeister, welche von den Vorzügen des Portland-Cementes, namentlich für Putzarbeiten an der Wetterseite, für Mauerbedeckungen statt Steinplatten, zum Ziehen von Simsen ꝛc. sehr eingenommen sind. Wenn man sich aber die ausgeführten Arbeiten nach einem Jahre oder noch früher ansieht, so findet man, daß der Cement wohl besser als gewöhnlicher Mörtel gehalten hat, daß aber hier und da ein Stück abgeblättert ist. Selbst am Hauptgebäude der Cementfabrik zu Frauendorf sah ich die in starkem Putz gezogenen Gliederungen der Sohlbänke an der Schattenseite des Gebäudes theilweise beschädigt, obwohl gewiß vorzüglicher Portland-Cement dazu genommen war. Um dies zu vermeiden, führen wir die, bei der Arbeit zu beachtenden Vorsichtsmaßregeln nochmals kurz vor. Man tauche die gut gebrannten, rauhen Backsteine vor der Verwendung wo möglich eine Stunde ins Wasser und wasche den Staub mit einem stumpfen Pinsel ab. Man verschaffe sich guten, nicht zu schnell erhärtenden Cement, messe denselben mit einem Maße ab und ebenso den scharfen reinen oder gut gewaschenen Sand, von dem man zu Mauern und selbst zum Putzen drei Theile nehmen kann. Gewöhnlich nimmt man nur zwei Theile und zum Putzen bisweilen nur 1 — 1½ Theile Sand. Den Cement und Sand mische man entweder trocken und setze dann so viel Wasser zu, als zu einem guten Mörtel nöthig ist oder man rühre den Cement mit dem als nöthtg befundenen Wasser an und setze dann den abgemessenen Sand zu. Für die herzustellenden Stufen oder Gewölbe ist eine vollständige Unterrüstung am zweckmäßigsten. Der Putz ist mit Eisen zu glätten und die Cementarbeiten sowohl der Stufenmauerung, wie die der Putzarbeiten sind 4 — 6

Wochen durch feuchte Tücher oder Annetzen feucht zu halten und vor allem Druck und vor Erschütterungen zu bewahren und erst dann ist auszurüsten und die Unterfläche der Stufen zu putzen.

Will man die Treppe mit Oelfarbe streichen, so geschieht dies erst, nachdem der Cementputz mit verdünnter Eisenvitriol-Lösung oder mit Essig gestrichen und dieser Anstrich getrocknet ist.

Will man einzelne Stufen anfertigen, um sie nachher wie Sandsteinstufen zu versetzen, so stellt man sich eine Art Tisch her, bestreicht die Fläche mit Oel oder Fett und belegt sie wenigstens mit Papier, mauert die Stufen verbandmäßig nach dem Richtscheit und putzt sie alsdann, unter Beachtung der früher angegebenen Vorsichtsmaßregeln. Im Allgemeinen ist es aber immer besser, klein geschlagene Feldsteine zu Kunststein zu verwenden als Ziegel oder Ziegelstücken, namentlich wenn letztere Kalk oder Kalkmergel enthalten.

Um Stufen aus Dachsteinen gleich mit dem nöthigen Putz herzustellen, hat man eine Form ähnlich der zum Ziegelstreichen nöthig, die aber verstellbar ist und auseinander genommen werden kann; soll die Stufe profilirt werden, so legt man an die eine Langseite der Form ein eben so gekehltes Brett, fettet die Form und die Unterlage ein und mauert im Läuferverbande die einzelnen Stufen in horizontalen Schichten so auf, daß die Mörtellage für den Putz überall etwa 2 ^{zm} beträgt. Der so erhaltene Putz wird nach dem Auseinandernehmen der Form geglättet, überhaupt wie früher behandelt.

Sechste Abtheilung.

Geräthe, Rüstungen und Hebezeuge.

§. 58. Werkzeuge und Geräthe.

Unter Baugeräthen versteht man alle diejenigen Werkzeuge 2c., welche der Maurer zu seinem Geschäft braucht. Da sie hinlänglich bekannt sind, wollen wir uns mit ihrer Aufzählung und der Anweisung, wozu sie gebraucht werden, begnügen.

1) Die Löschbank ist ein rechteckiger Holzkasten, aus 3 zm dicken Brettern, 1,2—2,1 m lang, 0,7—1,5 m breit, 0,3 m hoch; es befindet sich darin ein Schieber. Die Löschbank dient, wie schon ihr Name zeigt, zum Löschen des Kalkes; der Schieber zum Auslassen der gelöschten flüssigen Kalkmasse.

2) Der Kalkkasten ist ein, aus Brettern zusammengeschlagener Kasten, im Lichten 0,6 m lang, 0,45 m breit, 0,42 m hoch, mit zwei Handhaben an den kurzen Seiten. Er dient, um den auf die Gerüste gebrachten Kalk während der Arbeit aufzunehmen.

3) Die Karre (Kumptkarre, Radeberre) dient, Erde, Steine 2c. fortzuschaffen.

4) Der Wassereimer hat das nöthige Wasser zum Annässen des Mauerwerks während der Arbeit aufzunehmen.

5) Die Mulde, Molle, gewöhnlich aus Weißbuchenholz, 0,6 m lang, 0,35 m breit, 15 zm tief, dient für die Handlanger, um Steine und Mörtel auf die Gerüste zu tragen.

6) Die Kalkhacke (Kalkkrücke), eine eiserne brettförmige Hacke, an hölzernem Stiel; der Stiel ist 1,2—1,5 m lang, die eiserne Oese 8 zm lang, 5 zm breit, die Hacke 26—28 zm lang und 8 zm hoch.

7) Die Brechstange ist ein eiserner Stab, unten verstählt, 1—1,5 m lang, 2—4 zm stark, oben bisweilen mit einem Eisenknopf versehen und dient zum Wuchten der Steine und auch zur Untersuchung des Baugrundes.

8) Der Blechspaten wird bei dem Fundamentgraben, besonders im Schutt gebraucht.

9) Der *Deichgräberspaten* ist von Holz, mit einem Eisenbeschlage und wird bei gewöhnlichen Erdarbeiten gebraucht.

10) Die *hölzerne Wurfschippe* wird bei weichem Boden zum Ausräumen von Schlamm, auch zum Ausschippen von Wasser gebraucht.

11) Die *Picke* (die Spitze, der Pickel), dient zum Aus- und Abbrechen der Mauern. Die *Zweispitze* ist ein ähnliches Werkzeug mit zwei solchen entgegenstehenden Spitzen an einer Oese.

12) Die *Pickhacke* (Pickelhaue, die Fläche), hat auf einer Seite eine Spitze, auf der andern eine Fläche, letztere zum Verhauen großer Steine. Der Stiel ist $0,5^{m}$ lang, die Spitze 23^{zm}, die ebenfalls verstählte Fläche 21^{zm}, die Oesen zwischen beiden 5^{zm} lang. Dieselbe Benennung gilt auch, wenn die Fläche quer steht.

13) Der *Schälhammer* oder Schellhammer ist auf einer Seite Hammer, auf der andern eine Fläche, unten geschärft. Das verstählte Eisen ist $2^{1}/_{2}{}^{zm}$ lang; in der Mitte ist das Oehr für den 40 ^{zm} langen hölzernen Stiel.

14) Der *Mauerhammer* ist im Eisen 21^{zm}, im Stiel 21^{zm} lang; der Hammer ist verstählt, so wie auch die Schärfe verstählt ist.

15) Die *Schnurrolle* zum Lothen und Abstecken kleiner Fluchtlinien.

16) Das *Bleiloth*, gegossen, bis 15^{zm} lang und 2^{zm} dick; die Schnur desselben über eine Rolle gewickelt.

17) Die *Fluchtschnur*, $16—19^{m}$ lang, $0,6^{zm}$ dick.

18) Das *Setzeisen*, 46^{zm} lang, $4—5^{zm}$ stark, ganz von verstähltem Eisen, unterhalb zugeschärft, wird nur zum Versetzen von gehauenen Steinen (Werkstücken) angewendet. Bei Ziegelmauerwerk kommt es nicht vor.

19) Die *Setzwage* (Bleiwage), ein rechtwinkliges Dreieck von Holz oder besser von Eisen. Von der Spitze des rechten Winkels geht ein Einschnitt rechtwinklig zur Hypothenuse, in welchen ein Bleiloth (Kugel), das an einem Faden hängt, zum Einspielen gebracht wird. Dreht man dieselbe horizontal um 180^{0}, so muß das Loth wieder einspielen, wenn die Setzwage richtig ist, was durchaus nöthig ist, da sie zum Abwiegen des Mauerwerks dient.

20) Die *Waglatte* ein Brett von 6^{m} Länge, 26^{zm} Höhe, 3^{zm} Stärke, muß gerade gehobelt und von genau gleicher Breite wenigstens an den Enden sein, welche auf die abzuwiegenden Lehrziegel des Mauerwerks gestellt werden. Ob dies genau der Fall ist, erkennt

man, indem man dieselbe (nachdem das Loth der darauf gestellten Setzwagen eingespielt hatte) horizontal um 180° dreht, wo dann die auf dieselbe Stelle gebrachte Setzwage wieder einspielen muß.

21) Das Richtscheit dient zum Abwiegen kleiner Längen oder da, wo es nicht auf große Genauigkeit ankommt. Es ist etwa 1,5—2,2^{m} lang, 1—1,2^{m} hoch, 0,6—1^{zm} dick. Auf eine der beiden, genau abgeglichenen Richtfluchten wird die Setzwage gestellt. Es dient ferner zum Mauern der Ecken, zum Putzen der Lehren 2c.

22) Das Winkelholz zur Bestimmung rechtwinkliger Ecken, besonders bei dem Zusammentreffen der Mauern. Für kleinere Fluchten ist der eiserne Winkel besser, der an den Enden etwas stärker gearbeitet ist, als der der Zimmerleute. Der Winkel wird auch zum Abwiegen benutzt; denn wenn der eine Schenkel nach dem Loth steht, so liegt der andere wagerecht; man kann ihn also im Nothfall, statt der Setzwage mit dem einen Schenkel auf die Waglatte oder das Richtscheit stellen und hat dann das Richtscheit so lange zu heben oder zu senken, bis der andere Schenkel im Loth steht.

23) Die Mauerkelle zum Einwerfen und Antragen des Mörtels. Das Eisenblech muß stark und verstählt sein. Die Axe des Handgriffs muß die Spitze treffen.

24) Die Scheibe (Dünnscheibe), ein Brett 30^{zm} im Gevierte; der Stiel 15^{zm} lang, 2^{zm} dick. Sie dient dazu, bei dem Bewerfen, (Abputzen) der Mauern den Mörtel darauf zu legen.

25) Das Reibebrett, gewöhnlich 30^{zm} lang, auch kürzer, 8—11^{zm} breit, mit Griff von hartem Holze, zum Abreiben des Wandputzes. Man hat auch zugespitzte und abgerundete Reibebretter für Hohlkehlen, in verschiedenen Größen. Für feinen Putz werden die geraden mit Filz übernagelt.

26) Die Kartätsche ist ein 1¼^{m} langes Reibebrett für zwei Arbeiter, um eine große Fläche abzuziehen; die 0,6—0,8^{m} lange für einen Arbeiter.

27) Der große Weißepinsel. Man braucht ihn zum Schlemmen und Weißen der Mauern, und zum Abfärben großer Flächen. Er ist aus starken Schweinsborsten gemacht, 8^{zm} hoch, wenn er neu ist, und hat einen 1,8—2,2^{m} langen Stiel.

28) Der kleine Weißepinsel (Sprengpinsel), zum Annässen der Mauersteine, hat 4^{zm} lange Haare.

Von diesen genannten Geräthschaften muß jeder Maurergeselle die folgenden auf eigene Kosten halten: Nr. 14, 15, 16, 19, 21, 23,

24, 25, 26, (27), 28. Die übrigen hält der Meister. An Orten, wo viele Bruchstein- und Werksteinarbeiten vorkommen, halten die Gesellen die Schlageisen, Dorne, Scharrireisen, den eisernen Winkel und die Kluppe; das Schärfen bezahlt aber der Meister.

Da die Geräthe theuer anzuschaffen sind, weil sie besonders bei größeren Bauten in bedeutender Anzahl verbraucht werden, und da ihre Abnutzung sehr bedeutend ist, so wird den Meistern in den Kostenanschlägen gewöhnlich 4—8 Procent des veranschlagten Arbeitslohnes als Vergütung für Abnutzung und zur Anschaffung des Mauergeräthes und der Rüstungen ausgeworfen.

§. 59. Baugerüste (Mauergerüste).

Man unterscheidet dabei a) feststehende und b) sogenannte fliegende Gerüste.

a) Feststehende Baugerüste. Zum Aufführen von Mauerwerk, zum Abputzen der Mauern, zur Anfertigung der Decken, zum Weißen, Malen 2c. muß man Gerüste von verschiedener Höhe und Anordnung haben.

Die einfachsten, leichtesten und wohlfeilsten werden, besonders bei geringen Höhen, so dargestellt, daß man sogenannte Holzböcke aufstellt und Bretter darüber legt.

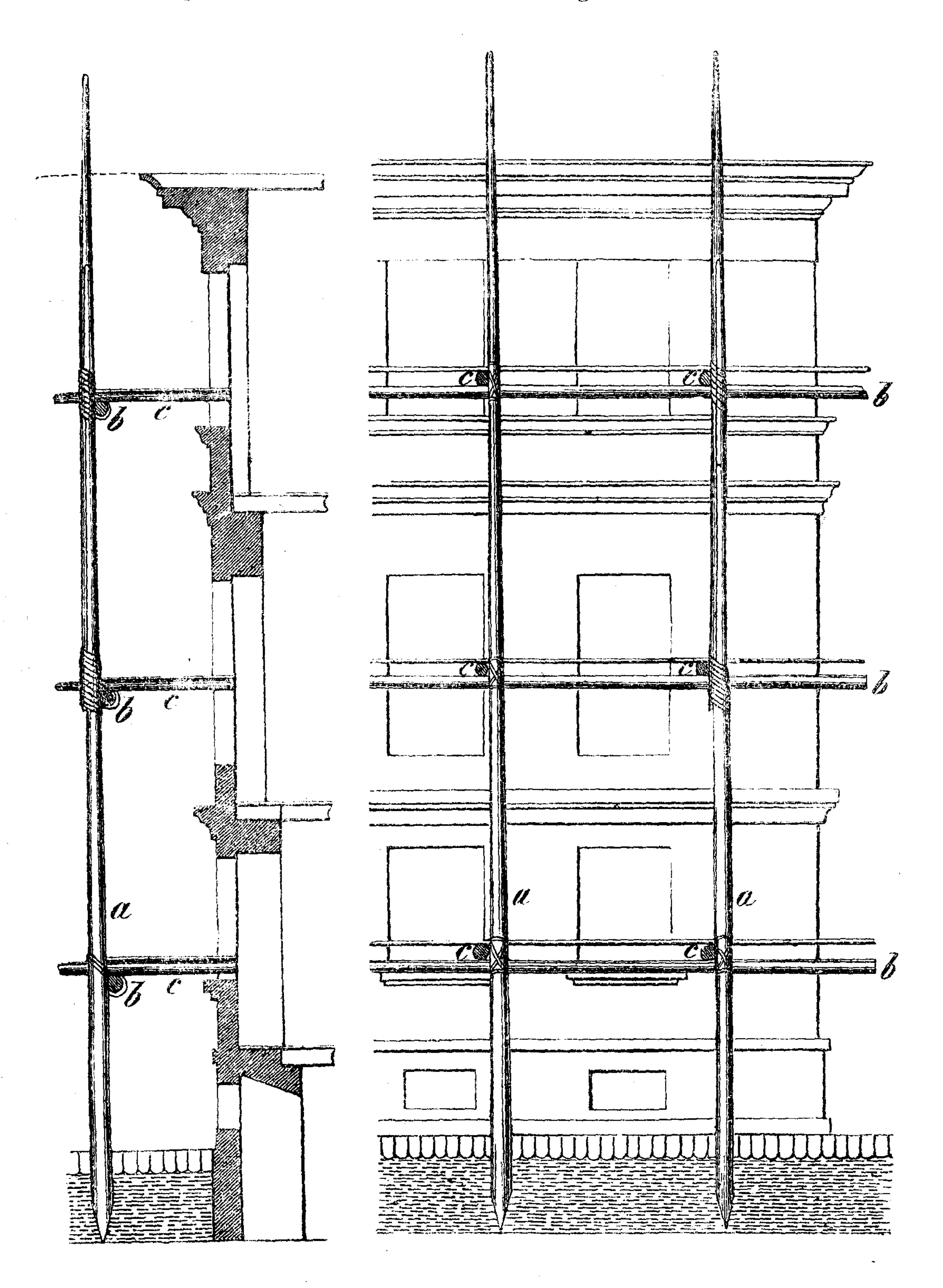
Man hat dergleichen Böcke von verschiedenen Höhen. Auch kann man durch Uebereinanderstellung mehrerer solcher Böcke, wenn man querüber immer Bretter legt, eine ziemlich beträchtliche Höhe abrüsten. Gemeinhin braucht man diese Bockrüstungen jedoch mehr im Innern als im Aeußern, und hier nur dann, wenn die Höhen ganz unbeträchtlich sind. Die Rüstböcke werden von 1,2—3,2^{m} Höhe angefertigt. Vier Beine oder Stiele von Kreuzholz tragen ein stärkeres Holmstück. Schräg über die Beine genagelte Latten hindern sie, sich zu verschieben.

Im Innern stellt man leichte Rüstungen auch dadurch her, daß man in die vier Ecken des Raumes senkrechte oder etwas schräg liegende Kreuzholzstücken oder runde Netzriegel anlehnt und gegen das Ausweichen sichert. An diese Hölzer werden längs der Wände wagerechte Hölzer mit Stricken an die in den Ecken befindlichen gebunden, auch dazwischen noch Querhölzer angebracht und darüber Rüstbretter gelegt.

Für höhere Mauern werden im Aeußern ganz feststehende Gerüste aufgerichtet. Die gewöhnliche Art ist folgende: Man gräbt etwa

1—2^{m} tiefe Löcher in Entfernungen von $2^{1}/_{2}$ höchstens $3^{3}/_{4}$^{m}, Fig. 444 und 445. In diese setzt man die Rüststangen aaa nach Verhältniß der Mauerhöhe; dieselben werden etwas nach dem Gebäude geneigt. Reicht eine solche Rüststange der Höhe nach nicht aus, so

Fig. 444. Fig. 445.



müssen deren zwei aneinander gebunden werden, welches Uebung und viel Vorsicht erfordert, damit die Stangen nicht aneinander heruntergleiten. Man nennt dies Aufpfropfen. Die Aufstellung der Rüstbäume geschieht etwa 1,5, höchstens 2,2^{m} von der Mauerfläche entfernt. Die Rüststangen sind unten 10—15^{zm} dick und 9—15^{m} hoch. Nachdem die Stangen eingesetzt sind, wird die Erde in den Löchern festgestampft, auch pflegt man bei weichem Erdboden die Stangen mit Brettern zu umstellen und Holzkeile zwischen zu schlagen, damit sie feststehen.

Alle 2½ — 3^{m} hoch, werden parallel mit den Fronten die sogenannten Riegel (Netzbäume, Netzriegel, Streichstangen) bbb angebracht. Diese liegen an einer Seite der senkrechten Rüststangen auf angenagelten Knaggen (Tragstücken), und sind außerdem mit Stricken (Anwürgestricken) oder in neuerer Zeit mit ausgeglühtem Drahte an die Bäume befestigt. Quer über diese Netzriegel oder Streichstangen liegen die zur Verbindung dienenden Quernetzriegel, welche die Rüstbretter tragen und die Neigung des Gerüstes nach der Mauer zu verhindern. Diese Querriegel ccc werden entweder, wie die Zeichnung zeigt, in die Fensteröffnungen ꝛc. gelegt und durch Stiele oder Mauersteine unterstützt und abgespreizt, oder man läßt in der Mauer eigne Löcher dazu, welche man unter dem Namen Rüstlöcher von den Gebäuden aus dem Mittelalter her kennt, wo diese Rüstlöcher offen stehen geblieben sind. Werden die Mauern mit einem Abputz versehen, so werden diese Rüstlöcher bei Abnahme der Rüstungen nach und nach zugemauert.

Diese wagerechten Rüsthölzer cc werden mit Rüstbrettern belegt Man nimmt dazu gewöhnlich die sogenannten Schalborten, welche zu besseren Zwecken nicht taugen. Es ist ganz besonders darauf zu sehen, daß diese Rüstbretter fest und gut aufliegen, daß sie nicht wippen und nicht einbiegen, auch müssen sie eben deshalb die gehörige Dicke haben, und die Abstände der senkrechten Stangen sind davon abhängig; bei schwachen Brettern legt man einige Quernetzriegel mehr. Die Netzbäume und Netzriegel müssen eben deshalb mindestens 8 — 16^{zm} stark sein. Eine ganz besondere Vorsicht ist darin zu beobachten, daß die Gerüste nicht **zu sehr** mit Steinen belastet werden, was so oft geschieht und wodurch so viel Unglück herbeigeführt worden ist. Man kann mit solchen der Höhe nach aneinander gebundenen Stangen eine Höhe von 18 — 25^{m} abrüsten

wenn die gehörige Vorsicht dabei beobachtet wird. (Vergl. Dampfschornsteine.)

Damit die Gerüste vom Sturme nicht der Länge nach verschoben werden können, nagelt man an die senkrechten Stangen schräg liegende sogenannte Schwerter (Schweblatten) entweder einfach oder kreuzweise übereinander.

Bei alten Gebäuden haut man keine neuen Rüstlöcher ein, man befestigt alsdann die Quernetzriegel wo möglich in den vorhandenen Fensteröffnungen 2c., oder durch starke, auf die hohe Kante in die Oeffnungen gestellte Bretter, die durch Querstücke gehalten werden, worauf dann die Netzriegel zu liegen kommen.

Die sogenannten Rüstkränze werden aus drei gewöhnlichen Rüststricken in kreisrunder Form zusammengeflochten. Diese Rüststricke sind 2^{m} lang, etwa 2^{zm} dick und oben etwas schwächer. Diese Rüstkränze dienen, um die Netzriegel an den Rüststangen zu befestigen. Zur besseren Anziehung dient der Würgeknüppel, $^{2}/_{3}$—1^{m} lang, 4—5^{zm} dick, der, um das Zurückschnellen zu verhüten, an die Rüstung mit dünnen Stricken angebunden wird. Uebrigens hat man zur Befestigung der Gerüste auch Klammern und Nägel nöthig.

Von Bettung zu Bettung (von einer Bettlage zur andern) werden Leitern gelegt und befestigt. Die Steigebäume der Leitern, worin die Sprossen stehen, werden von ganzen oder gespaltenen Lattstämmen oder schwachem Kreuzholze gefertigt und glatt gebeilt. Die Sprossen sind rund oder vierkantig. Hohe Leitern müssen ein- oder mehreremale abgesteift und jedenfalls oben festgebunden werden, damit sie beim Besteigen nicht einbiegen oder umfallen. Bei größeren Gebäuden werden anstatt der Leitern auch Laufgerüste gelegt, in Form schräger Brücken, drei Bretter breit, welche mit Querleisten zum Treten benagelt sind. In der Mitte läßt man aber einen Streif unbenagelt, damit darauf die Karrenräder beim Auffahren der Baustoffe ungehindert laufen können.

Für Reparaturen sowie für bloßen Anstrich der Häuser werden die sogenannten Hängegerüste, mittelst welcher sich die Maler resp. Dachdecker selbst durch Flaschenzüge aufziehen und herunterlassen können, immer gebräuchlicher. Ja es darf zum bloßen Anstrich eines Hauses oder dergl. in Berlin augenblicklich nur ein derartiges Gerüst angewendet werden, um die Passage durch Rüststangen 2c. nicht zu hemmen.

Wenn die Gerüste indessen stärker beschwert werden, oder wenn

man sich auf Stricke und Klammern nicht allein verlassen will, so legt man neben den Fuß jeder Rüststange einen Kloß oder Brett und stellt einen Stiel (Stempel) darauf, welcher mit der Rüststange zweimal verklammert wird und auf welchem die Streichstange ein sicheres Auflager erhält. Mit eben solchen Stempeln, die so stark, wie die Rüststange oder etwas schwächer sind, unterstützt man die oberen Streichstangen, und erhält auf diese Weise weit standhaftere Gerüste.

Bei solchen Bauten, welche ganz aus Quadern aufgeführt, oder wo viele große Steinstücke verwendet werden, reichen aber dergleichen Gerüste, wie wir sie eben beschrieben haben, nicht aus, alsdann werden förmliche Zimmerrüstungen in Stockwerken von bestimmten Höhen mit Schwellen, Stielen, Ringeln, Streben, Rähmen, Balken von Kreuz- und Halbholz abgebunden, mit Krahnen und Fahrzeugen versehen, womit man die Steine hebt und an ihre bestimmten Stellen hinschleift.

Ein ganz besonders nutzbares Gerüst ähnlicher Art, was jedoch nur bei großen Bauten anwendbar ist, wurde bei dem sogenannten

Fig. 446.

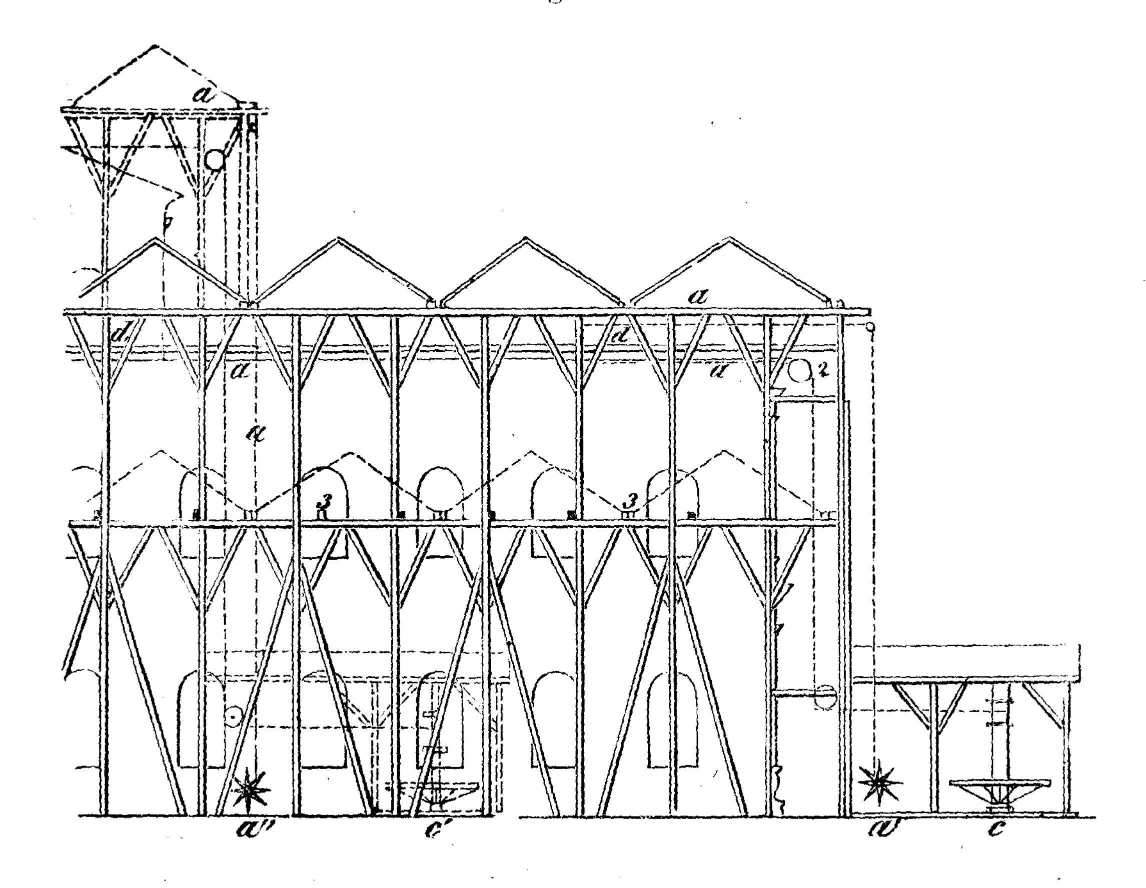


Fig. 447.

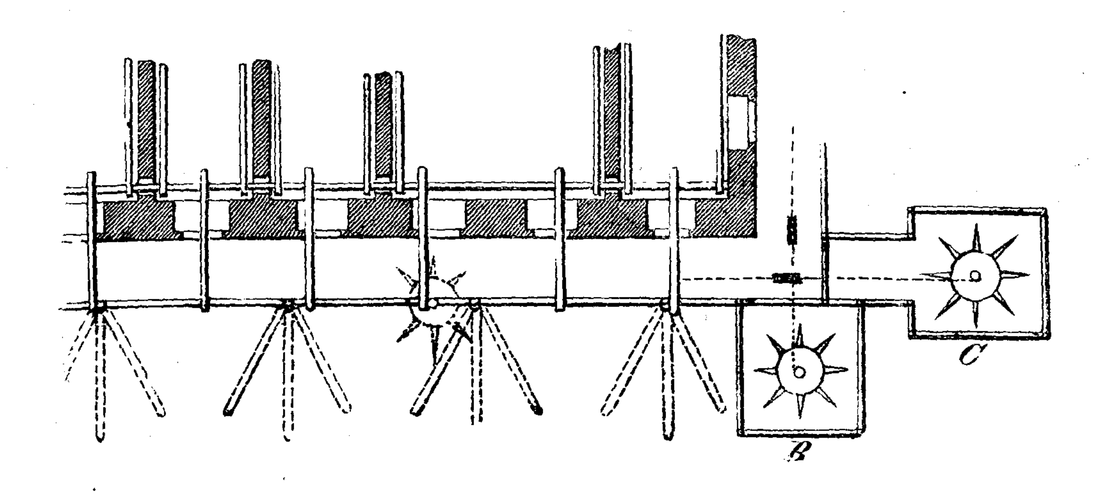
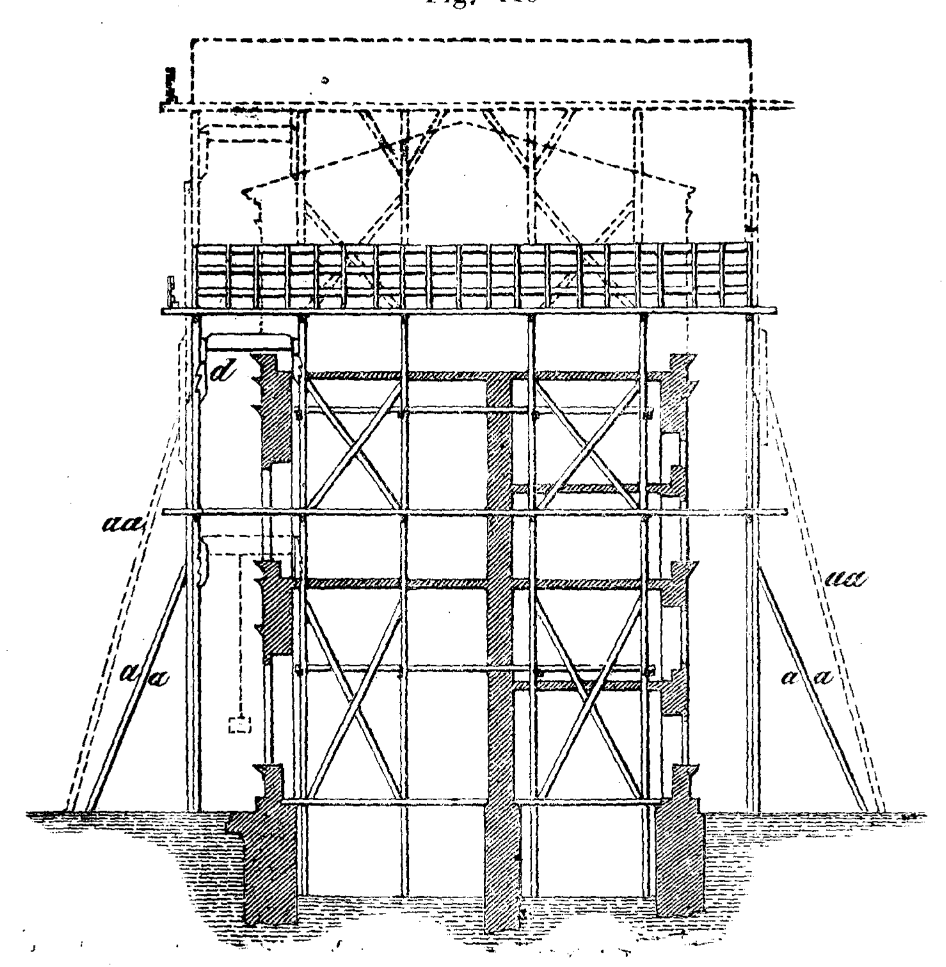


Fig. 448



Königsbau in München angewendet. Wir geben die nachfolgende Beschreibung (nach der Wiener Bauzeitung). Fig. 447 stellt den Grundriß, 446 den Aufriß und 448 die Seitenansicht vor.

Bei B und C (Fig. 447) sind Tummelbäume aufgestellt, um die Lasten aufziehen zu können, bei 2, Fig. 446, sieht man die Rolle, über welche das Seil läuft.

Die Erzielung der schnellmöglichsten Trockenheit war unerläßliche Bedingung, nicht allein für das Erdgeschoß, sondern auch für den ganzen Bau, welcher mindestens fünf Jahre dauern mußte.

Diese Bedingung und um den Bau in jedem nächsten Frühjahre sogleich wieder aufnehmen zu können, dann um der Unzuverlässigkeit der Witterung, und dem daraus entspringenden Zeitverluste während der Bauzeit begegnen zu können, ferner um den nöthigen Schutz für die mancherlei Aufzugsmaschinen zu gewinnen, auch wegen der langen Dauer des Baues, wurde es für unerläßlich erachtet, Schutzdachungen herzustellen, welche in Absicht auf ihre öftere Höherstellung, und dadurch bedingte Sicherheit gegen die Gefahr der Stürme, während der langen Zeit ihres Bestandes einer sorgfältigen Beobachtung um so weniger unwürdig scheinen, als dieselben endlich in jener Höhe zu stehen kamen, daß selbst die eigentliche Kupferbedachung des mittleren Hochbaues noch unter dem Schutz derselben bewerkstelligt werden konnte.

Es wurden der geringeren Höhe wegen, mehrere kleine Dachungen gewählt. Je zwei erhielten gemeinschaftlich eine nach vorn und rückwärts hinlänglich geneigte Wasserrinne.

Die Auflage der Dachungen liefen nach der Länge des Baues, und ruhten auf Säulen, welche im Innern des Baues so angeordnet waren, daß sie den Maurerarbeiten durchaus nicht hinderlich, sondern zur Anhängung der Fußgerüste (Bettungen) und Lauftreppen dienlich waren. Keine derselben berührte eine Mauer oder ein durchziehendes Boden- oder Deckenbalkenwerk, sondern sie waren immer, so viele deren in jeder einzelnen Abtheilung des Baues standen, durch möglichst lange Kreuzverbände nach allen Richtungen hin zur völligen Selbstständigkeit gebracht, welches Princip in der ganzen Ausdehnung des Baues, so wie bei allen Erhöhungen dieser Stützgerüste, durchgeführt ward.

Die Aufstellung dieser die Dachungen unterstützenden Gerüste geschah immer vorerst im Inneren des Baues, und dann wurden die Außengerüste nachgeholt, und an den Stellen der Fensteröffnungen mit den inneren Säulen- und Kappenhölzern mittelst sogenannter Zangen verbunden.

Die Außengerüste erhielten eine senkrechte Bretterbemantelung,

welche nebst den unteren Theilen auch die Giebelfelder bedeckte, um das Eindringen des Windes unter die Dachungen zu verwehren.

Das Bedecken des Baues in dieser Art mit Bretterdächern gewährte auch noch den Vortheil, daß frühzeitig alle Kellergewölbe und selbst die kleineren im Erdgeschosse geschlossen werden konnten, wodurch die Mauertheile in vollständige Verbindung kamen, welches bei der bedeutenden Höhe des Baues sehr wünschenswerth war.

Ein Mehreres hierüber findet man am angezeigten Orte. Wir wollen nur noch aufmerksam machen, wie sehr solche Schutzdächer bei Bauten zu empfehlen sein würden, die man aus Pisé, oder nach der Prochnow'schen Methode für größere Werke auszuführen gedächte, wo ganz besonders Schutz gegen Regen und ununterbrochene Arbeit das Werk außerordenllich fördern müßte. Aus ganz gleichen Ursachen baut man in Amsterdam das Dachgerüst zuerst, in der vorgeschriebenen Höhe, hängt es dann mit Dachsteinen ein, und führt unter diesem Schutzdache das Gebäude nach und nach in die Höhe.

b) Fliegende Gerüste nennt man solche, welche entweder so eingerichtet sind, daß man sie leicht zusammenschlagen, aufstellen, abbrechen und an einem andern beliebigen Orte aufschlagen kann, oder vorzugsweise solche, welche aus kastenartigen Vorrichtungen bestehen, die, an Seilen hängend nach und nach an jeder beliebigen Stelle eines Hauses angebracht, und nach Gefallen höher oder tiefer gestellt werden können.

Der stehenden Gerüste, wie wir sie eben beschrieben, bedient man sich vorzugsweise bei Neubauten, der fliegenden dagegen gewöhnlich bei Reparaturen am Aeußeren der Gebäude. Das einfachste Gerüst dieser Art besteht in folgendem, und wird namentlich bei allerlei Reparaturen, Abfärben der Gebäude 2c. verwendet.

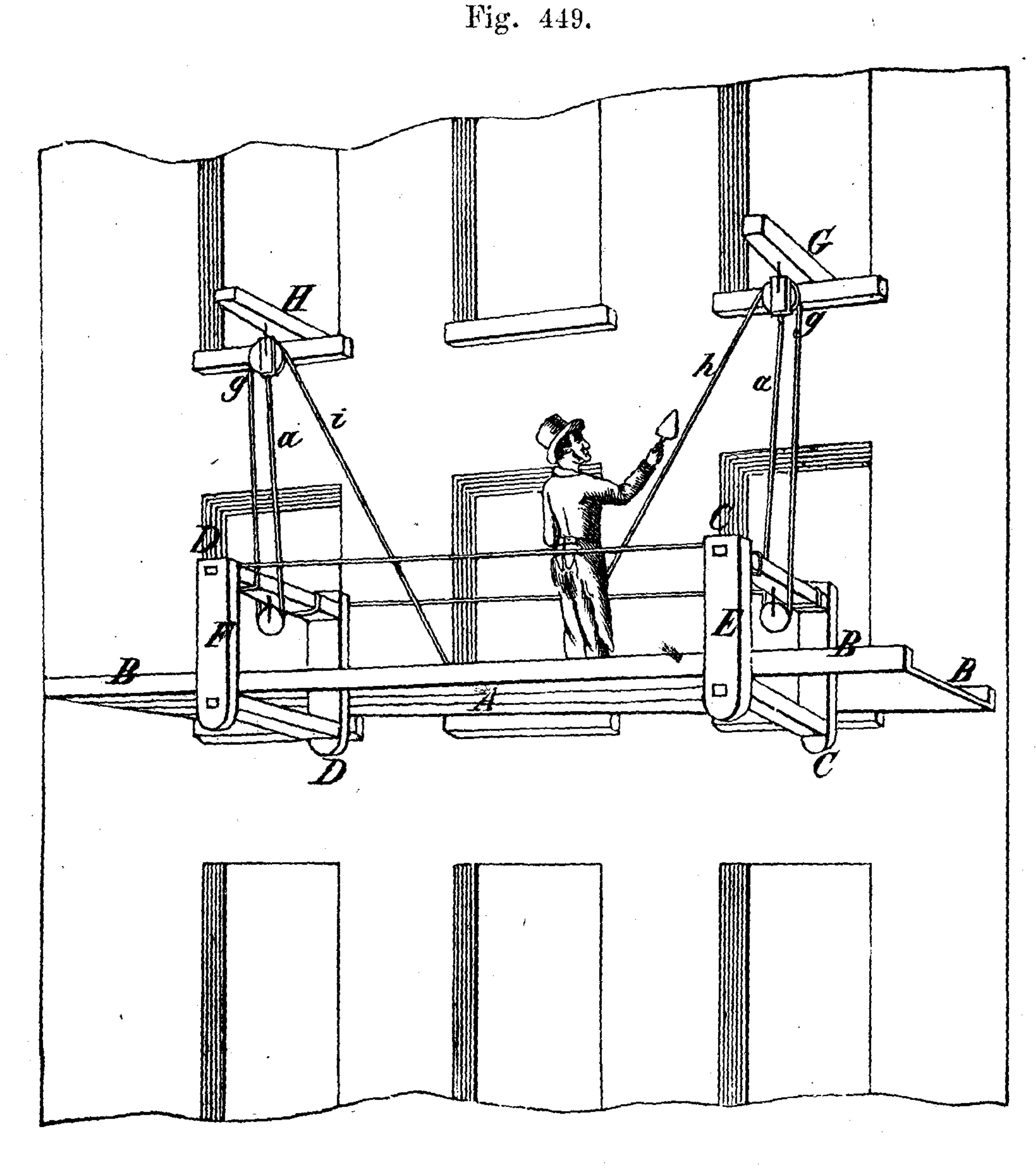
Aus irgend einer Oeffnung des Hauses, oder aus einem, durch Abnahme der untersten Schichten im Dache entstandenen Loche wird ein starker Balken oder ein Kreuzbock herausgestreckt, welcher im Innern des Hauses oder Daches gut befestigt werden muß, daß er nicht ausgleiten kann.

Vorn an dem Balken wird ein Kolben angebracht, über welchen ein Seil gelegt wird. An einem Ende des Seiles hängt ein starker, aus Brettern zusammengeschlagener Kasten, etwa $1^1/_4{}^m$ lang, 1^m breit, 1^m hoch. Das andere Ende des Seiles geht über eine Rolle am Fußboden, welche an einem in die Erde tief eingeschlagenen Pfahle

befestigt ist, und dann um eine in der Nähe aufgestellte Erdwinde. Der Maurer besteigt den Kasten mit seinem Geräth, und der Handlanger steht an der Erdwinde, um ihn herauf und herunter zu lassen. Anstatt der Erdwinde kann man sich auch eines Rades an der Welle bedienen, welches auf einem an der Erde befestigten Gerüste sich befindet, und über welche das Seil gleich vom oberen Kloben abwärts herumgelegt ist. Welle und Erdwinde müssen mit sogenannten Sperren versehen sein, damit der Handlanger nicht nöthig hat, dieselben immer zu halten, und außerdem müssen sie am Erdboden stark befestigt sein.

Fig. 449 ist eine Vorrichtung dieser Art, welche John Davis

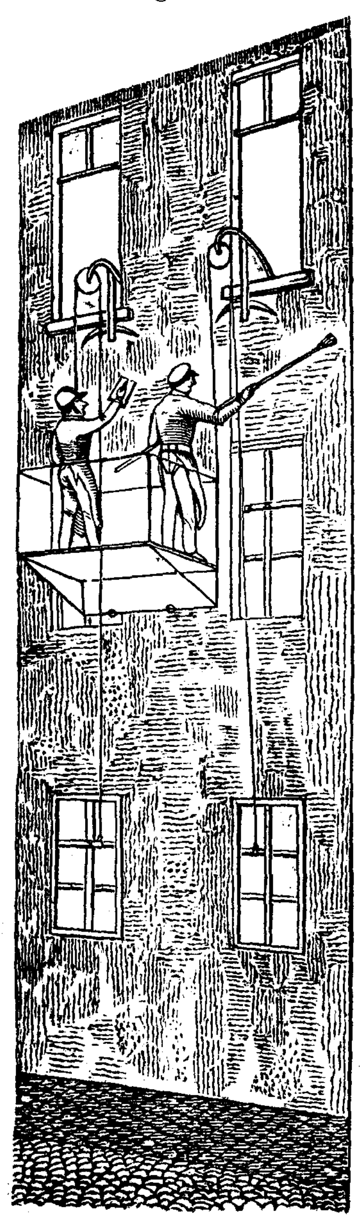
Fig. 449.



in London erfunden hat, und vielfach in neuerer Zeit angewendet worden, abgebildet.

Das Gerüst besteht aus einigen Dielen A, an die zwei andere BB genagelt sind, die eine Art von Trog oder beweglichem Gerüst bilden, auf dem die Arbeiter stehen, und das in beliebiger Höhe aufgehangen werden kann. CC und DD sind zwei Rähme oder Gestelle von Holz, worin der Trog oder das Gerüst liegt. In den obern Querstücken dieser Rahmen sind die Rollen EF angebracht, um welche die Seile herumgehen, worin das Gerüst aufgehängt wird. Die Enden dieser Seile aa sind an zwei Balken oder Gerüstpfählen GH befestigt. Zwei einzelne Rollenböcke gg sind ebenfalls an diese Pfähle gehängt, und der Strick geht erst unter die Rollen EF, dann über die Rollen in diesen zwei Böcken. Die Seile hi kommen zum Gerüst herunter und sind an einem schicklichen Theile desselben befestigt. Die Arbeiter können durch Ziehen an diesen Seilen mit Leichtigkeit das aufgehängte Gerüst zu jedem Orte, der Höhe nach, wo es die Arbeit erfordert, heraufziehen oder herablassen.

Fig. 450.



Eine andere Art von hängendem Gerüst (Fig. 450) finden wir in der Wiener Bauzeitung beschrieben. Ursprünglich war statt des Gerüstes ein Korb angehängt, um bei Feuersgefahr Leute aus oberen Stockwerken retten zu können, die Vorrichtung läßt sich aber auch als Baugerüst benutzen.

An dem wagerechten Eisen befindet sich ein senkrechtes, welches, von einem eisernen Bande gehalten, oben eine Rolle trägt. Das wagerechte Eisen hat hinten ein senkrechtes und feststehendes Eisen, und die Länge desselben wird nach der muthmaßlichen Dicke einer Frontmauer, also etwa 50^{zm} lang gemacht. Die eisernen Stäbe schieben sich, wenn man die ganze Vorrichtung über eine Fensterbrüstung legt, alsdann aufwärts, wenn die Mauer so dick ist, daß einer oder mehrere der Stäbe auf sie zu stehen kommen. Die Vorrichtung paßt also für jede Mauerstärke. In Fig. 450 sieht man die ganze Anordnung perspectivisch gezeichnet. Es sind da-

bei zwei solcher Ausleger angewendet. Das Gerüst besteht aus einem Bretterboden, welcher von Eisenstangen getragen wird und mit einer Brustwehr von Eisenstangen versehen ist. Die unter dem Fußboden schräg angebrachten Eisenstangen mit ihrer Querstange dienen dazu, um Schwankungen zu verhindern. Ueber die Rollen gehen Seile, welche unterhalb irgendwo befestigt werden können, und vermöge deren die unten befindlichen Handlanger das Gerüst höher oder tiefer lassen können.

Mehrfache Vorschläge zu andern fliegenden Gerüsten findet man in den technischen und Baujournalen. Wir haben hier nur die einfachsten gegeben.

§. 60. Gerüste zu Wölbungen.

Der Gerüste zu Wölbungen haben wir bereits bei den verschiedenen Arten der Wölbungen gedacht, ebenso derjenigen Linien, nach welchen Lehrbogen und Schalungen in den einzelnen Fällen gefertigt werden, es bleibt uns nur übrig noch einige allgemeine Bemerkungen zu machen.

Die erste Bedingung eines Lehrgerüstes ist: daß es dem Druck des aufzulegenden Gewölbes bis zur Einlage des Schlußsteines hinlänglich Widerstand leiste, ohne sich damit einzubiegen, oder in der Mitte sich zu heben. Eine gute Querverbindung der Lehrbogen, damit sie von der Gewölbelast nicht zur Seite gedrückt werden, ist ebenfalls Hauptbedingung, sowie daß die Schalungsfläche genau die Form des Gewölbes darstelle.

Bei Brücken dürfen die Lehrgerüste nicht vom Hochwasser oder Eisgange beschädigt werden können; ein fertiges, noch nicht ausgerüstetes Gewölbe könnte dabei ebenfalls gefährdet werden.

Nach Perronet's und Wibeking's Versuchen gleitet ein harter Stein über einen andern auf einer Fläche unter 44 bis 45° gegen die Horizontale geneigt, herunter; mit einer erhärteten Mörtelfuge nach Wiebeking erst unter 70 bis 80°, wobei aber die Stärke des Steines und sein Gewicht nicht bemerkt sind, und nach andern bei frischem Mörtel schon unter 36 bis 40°.

Es werden also die untern Gewölbsteine, so lange ihre Fugenschnitte unter den angegebenen Umständen keinen größeren Winkel machen, auf die untergestellten Gerüste keinen Druck ausüben. Nur der obere Theil des Gewölbes drückt mit einem Theile seines Gewichtes auf dasselbe. Deshalb braucht man den unteren Theil auch

gar nicht zu unterrüsten. Durch Ueberhöhung der Bogen (Erhöhung des Mittelpunktes für die Fugenschnitte) wird der Druck auf die Gerüste am meisten vermindert; denn wie wir bereits gesehen haben, übte ein Gewölbe um so weniger Seitenschub aus, je steiler die Gewölbelinie war, um so eher konnte das Gewölbe ohne Schalung mit bloßen Lehrbögen gemauert werden.

Da sich die Gewölbe nach der Ausrüstung senken (in der Mitte niedriger werden), so muß man den Lehrgerüsten so viel Höhe mehr geben, daß nach der Senkung die beabsichtigte Wölbelinie entstehe. Man läßt deshalb auch bei Kappen- und Kreuzgewölben die Kappen mindestens $1/_{60}$ der Bogenweite stechen.

Es wird sich aber jedes Gewölbe um so weniger senken, je genauer der Fugenschnitt beobachtet ist, je dünner und gleichmäßiger die Fugen sind, und je schneller der Mörtel gebunden hat. Läßt man die Lehrgerüste bis zur vollständigen Erhärtung des Mörtels stehen, so wird doch eine Senkung stattfinden. Findet nun aber ein Setzen bei erhärtetem Mörtel statt, so muß der Zusammenhang aufhören, ist aber der Mörtel bei Wegnahme der Rüstung noch etwas weich, so drückt er sich desto fester zusammen, und verbindet das Gewölbe durch die später gänzliche Erhärtung zu einem festen Ganzen.

Um die Rüstung nach dem Schlusse des Gewölbes leicht lösen zu können, dienen, wie wir bereits bei den Gewölben erwähnt haben, die sogenannten Lösekeile; keilförmige Klötzchen, deren Höhe noch etwas mehr als die Senkung des Gewölbes betragen muß. Man verfährt dabei auf zweierlei Art. Entweder man setzt die Rüstungen auf die Lösekeile, oder man legt diese auf die Rüstung. Im ersten Falle legt man sie bei angelehnten Rüstbogen da unter, wo sich dieselben an- oder auflehnen, bei gestützten aber unter die Langschwellen worauf die Lehrbogen stehen. (Man legt sie aber auch auf die Langschwellen unmittelbar unter die Lehrbogen selbst.) Legt man sie auf die Rüstung, so werden die Rippen zuerst nur durch Latten leicht verbunden. In die Zwischenräume derselben legt man die Lösekeile in hinlänglicher Anzahl, und auf diese die Lagerbalken als Verschalung. Nur bei Brückengewölben kommt diese Lösungsart in Anwendung. Bei Gewölben in geschlossenen Räumen müssen die Lösekeile unter die Lehrbogen kommen. Ueber die Anwendung von Sand in Säcken und Cylindern, statt der Lösekeile, sehe man Zeitschrift für Bauwesen 1858. Durch das Setzen öffnen sich die Fugen des Bogens in der Gegend des Scheitels unterwärts, in der

Gegend der Widerlager aber und weiter hinauf oberwärts; bei guter Arbeit entstehen jedoch dadurch keine nachtheiligen Folgen für die Festigkeit des Gewölbes. Außerdem ist das Setzen des Gewölbes und das Oeffnen der Brechfugen bei Entfernung der Lehrgerüste geringer, wenn gesprengte Lehrgerüste angewendet wurden, als bei fest unterstützten Lehrgerüsten. Bei den ersteren findet das Setzen während des Wölbens selbst statt, bei den fest unterstützten hingegen erst beim Ausrüsten.

§. 61. Die Hebezeuge.

Man bedient sich ihrer, um Baumaterialien auf die Gerüste 2c. zu schaffen.

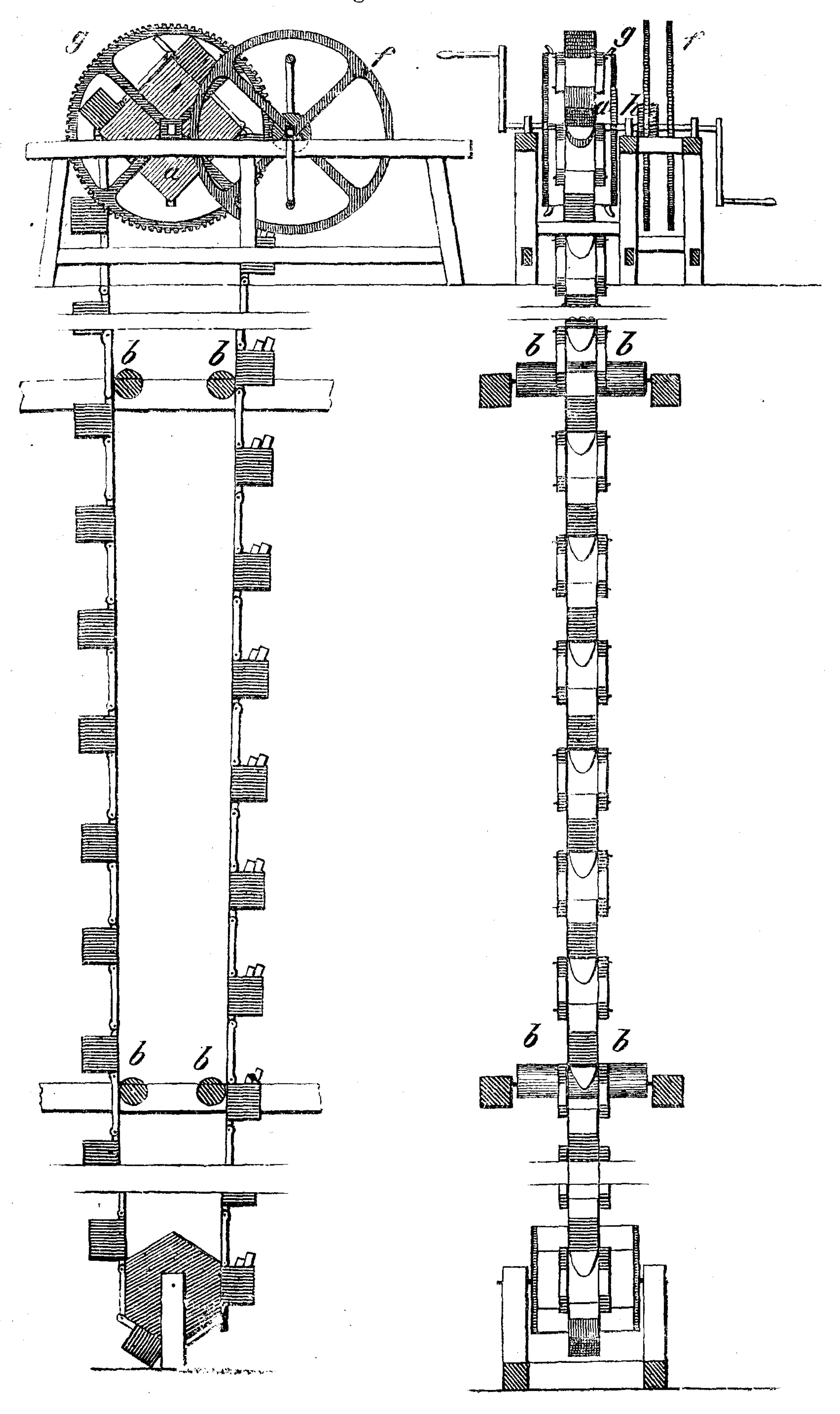
Die gewöhnlichste Art ist die, daß Handlanger Kalk, Steine 2c. auf die Gerüste hinauftragen, oder wenn flach ansteigende Laufbrücken vorhanden sind, Kalk und Steine hinaufkarren oder daß die Arbeiter, (auf Leitern übereinandersitzend) sich die Mauersteine zureichen. Der letztere Fall tritt bei zweckmäßiger Leitung des Baues, wo eine hinreichende Anzahl von Arbeitsleuten angestellt ist, selten ein und gewöhnlich nur dann, wenn höher gerüstet worden ist, und deshalb die Materialien auf den unteren Gerüsten vollständig aufgearbeitet wurden.

Da bei dem Zureichen der Mauersteine auch die auf dem Bau befindlichen Maurer theilnehmen, so bleibt die Maurerarbeit selbst immer so lange liegen, wie das Geschäft des Zureichens dauert. Bei kleinen Bauten ist dieser Zeitverlust nicht eben erheblich in Bezug auf das Ganze, er wird aber um so fühlbarer, je größer der Bau ist. Deshalb hat man zu allen Zeiten darauf gesonnen, Maschinen zu erfinden, welche das Geschäft vereinfachen und erleichtern, und wobei namentlich Menschenkräfte (als die bekanntlich theuersten) erspart werden.

Das Zurichten der Mauersteine hat man auch für die kleineren Bauten auf folgende Art vereinfacht. Zu ebener Erde steht ein Maurer mit einer hölzernen Schaufel (Schippe), die etwas größer als ein Mauerstein ist, einen kurzen, etwa 1^{m} langen Stiel hat, vorn gerade weggeschnitten und platt ist; auf diese legt ein neben dem Maurer stehender Handlanger einen Stein, und der Maurer wirft diesen, ein ganzes Stockwerk hoch, einem oben befindlichen Arbeiter zu, wodurch eine nicht unwesentliche Ersparniß erzielt wird.

Bei größeren Bauten bedient man sich der Flaschenzüge, des

Fig. 452 u. 453.



Tummelbaumes und der Krahne sowie eiserner Winden, um die Lasten in die Höhe zu schaffen, und bei sehr großen Arbeiten auch der Dampfmaschinen.

Eine zweckmäßige Vorrichtung, Ziegel in die Höhe zu schaffen, ist in Fig. 462—466 (nachstehend) angegeben (sie ist aus der Wiener Bauzeitung entlehnt), als Mittheilung des Stadtbaumeisters Korompay in Wien. Derselbe sagt:

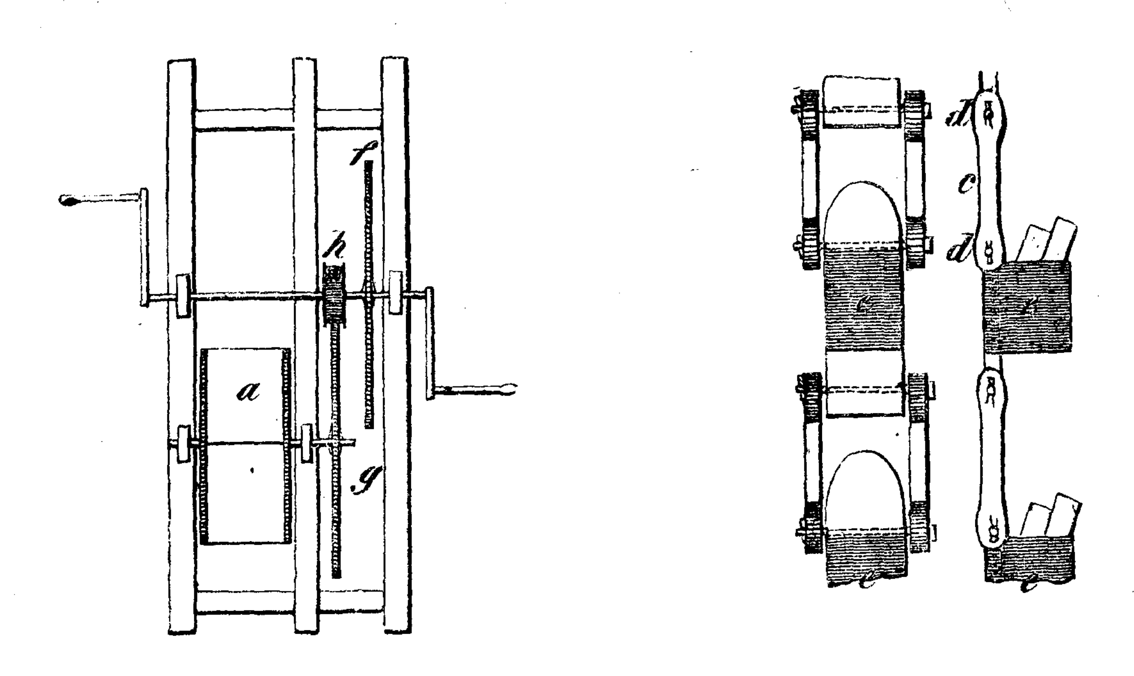
„Das dringende Bedürfniß, bei der hier üblichen schnellen Bauweise die Ziegel in stets hinreichender Menge auf den Gerüsten der verschiedenen Stockwerke zur Bearbeitung bereit zu haben, veranlaßte mich, über Verbesserung der bereits schon öfter in Gebrauch gekommenen Paternosterwerke reiflich nachzudenken. Die Aufführung des Mauerwerks bei einem sehr bedeutenden und mehreren kleinen Bauten, mit der ich zu gleicher Zeit beschäftigt war, bestimmten mich, mehrfache Versuche anzustellen, bei denen mich der k. k. Hofmechanikus Anton Burg und dessen Sohn sehr thätig unterstützten, und die mehr oder minder brauchbare Resultate gaben, bis ich endlich, aus überzeugenden Gründen, die ganze Vorrichtung so in Anwendung brachte, wie sie die Zeichnung darstellt. Die Trommel a (Fig. 452—454), worüber eine Kette läuft, unterwarf ich vielen Veränderungen, und es bewährte sich die viereckige Form als die dazu geeignetste, obwohl ich selbst früher der irrigen Meinung war, daß fünf- und mehreckige Formen der stumpfen Winkel wegen, den leichten Gang der Kette befördern müßten. Dem Schwanken der Kette, welches der bedeutenden Höhe von 19^m^ wegen, bei jeder Form der Trommel stattfand, half ich durch Einlegen der Walzen b ab.“

Die Kettenglieder c (Fig. 455) sind aus Weißbuchenholz angefertigt, und zur bessern Dauerhaftigkeit bei den Augen dd mit einem Eisenbeschlage versehen oder auch ganz von Eisen. Die Kästen ee sind von starkem Eisenblech, und damit sie zwei Ziegel bequem fassen können, 8^{zm} lang, 16^{zm} breit und 21^{zm} hoch.

„Ich gab der Anfertigung hölzerner Kettenglieder vor eisernen, der größeren Wohlfeilheit wegen, und auch darum den Vorzug, weil die bedeutendere Schwere eine vermehrte Reibung an der Trommelachse verursacht hätte. Für die Dimension der Glieder fand ich eine Länge von 31^{zm} als die zweckmäßigste bei einer Kastenentfernung von 65$^{zm.}$ An der Kurbel ist ein Schwungrad f angebracht, welches das gezahnte Rad g in Bewegung setzt, und das durch die Vorlage h (Fig. 456) zum plötzlichen Stillstande gebracht werden kann. Man

mißbilligte, daß die ganze Vorrichtung eines Menschen bedürfe, der oben auf dem Gerüste die, mit Ziegeln gefüllten Kästen entleere,

Fig. 454. Fig. 455.

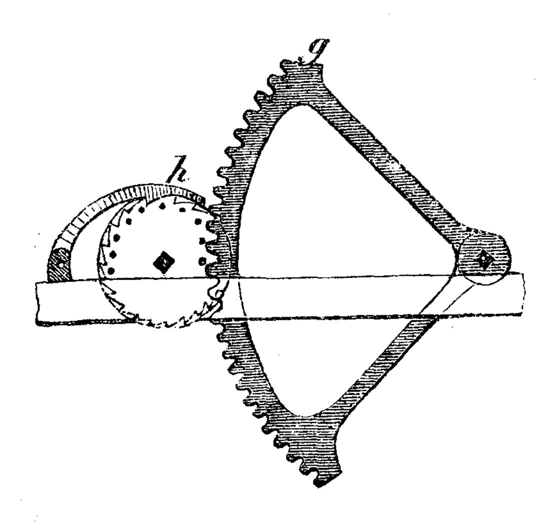


wogegen ich einwende, daß sich die Kette dann von der Kurbel in einer schiefen und nicht senkrechten Richtung abwinden müßte, um nicht durch das senkrechte Herausfallen der Ziegel den unten befindlichen Werkleuten gefährlich zu werden, und daß dieser Umstand die Vorrichtung vielmehr compliciren als vereinfachen würde, und da ohnedies ein Individuum nothwendig ist, welches die durch den unausgesetzten Gang der Vorrichtung sich anhäufende Ziegelmasse vertheilen muß, so kann zugleich von diesem das Herausnehmen der Ziegel aus den Kästen leicht besorgt werden; ich habe mich auch deshalb vorläufig zu keiner Veränderung in Bezug der gemachten Einwürfe veranlaßt gefunden."

Schließlich dürfte es nicht unwillkommen sein, vergleichsweise die Resultate dieser Verfahrungsart und der andern, sonst in Gebrauch stehenden anzugeben. „Mit dieser Vorrichtung ziehen 4 Mann in 12 Arbeitsstunden 14,000 Stück Ziegel auf eine Höhe von 10—12$^{m.}$"

„Mit dem Klobenrade, nach Art der Ziegeldecker, bringen 3 Mann in derselben Zeit nur 3,800 Stück auf dieselbe Höhe, und auf die gewöhnliche Weise mittelst Handreichung von einem Tagelöhner und 14 Tagelohnbuben, die auf den Leitern sitzen, wurden bei übrigens gleichen Umständen 10,500 Stück in die Höhe gebracht.

Fig. 456.



„Der günstige Erfolg von zweien dieser Vorrichtungen, die ich besitze, deren eine bei dem Bau der k. k. Münze Anwendung fand, und die mir auf die unteren und höheren Stockwerke in gleichen Zeiträumen fast dieselbe Anzahl Ziegel hoben wird mich zur Anfertigung mehrerer dergleichen bestimmen, nur muß noch bemerkt werden, daß bei ihrem Gebrauch nicht unterlassen werden darf, sie öfter mit Baumöl zu schmieren."

Obige Vorrichtung hat sich seit der Erfindung durchaus bewährt, ist in Wien ganz allgemein im Gebrauch und in Berlin ebenfalls mit bestem Erfolge eingeführt. Ein großer Vortheil dabei ist auch der, daß der Bauunternehmer dabei die häufigen Unannehmlichkeiten mit den robusten Steinträgern vermeidet.

Siebente Abtheilung.

Die Heizungs- und Feuerungsanlagen.

§. 68. Allgemeines.

Die Anlage der Feuerstellen war früher sehr unvollkommen. Man mauerte einen niedrigen Herd, machte Feuer darauf an und ließ den Rauch durch das ganze Gebäude ziehen, wohin er wollte. Diese Anordnung findet man noch heute in Westphalen, auf dem Lande. Der Herd steht in dem Flur oder auf der sogenannten Deele, die oft mit Platten (Deelsteinen) gepflastert ist; die eichenen Stiele der Ringelwände sind oft kaum 15 zm vom Herd entfernt; über der eichenen Balkendecke liegt Stroh, zu dem man durch eine Oeffnung in der Decke mittelst einer Leiter oder Treppe gelangt. Man hört indeß nicht, daß diese Anordnung Ursache eines Brandes würde, die übrigens bei den, oft vereinzelt stehenden Häusern, keine allgemeine Gefahr verursachen würde; dahingegen kühlt sich der Rauch auf diese Weise sehr ab und dies mag wesentlich mitwirken, daß die an der Decke hängenden Speckseiten, Schinken und Mettwürste so gut geräuchert werden.

In andern Gegenden ging man früher dazu über, den Herd mit einer Rückmauer und zwei schmalen Seitenmauern zu schließen; über diese Seitenmauern wölbte man, $1/2$ Stein stark, einen sogenannten Schweif, daß die emporschlagende Flamme keinen Schaden thun konnte, den Rauch aber ließ man ebenfalls ziehen, wohin es ihm beliebte. Dergleichen Anlagen ohne Rauchröhren findet man noch heut zu Tage in den Ostseeprovinzen, in Hessen, der Schweiz, in Tyrol und Steiermark, obgleich sie dadurch, daß man sie polizeilich verboten hat, anfangen selten zu werden.

Später leitete man den Rauch in einen Schlott zu irgend einer Wand hinaus in's Freie; und diejenigen Orte, bei welchen man die Leitung nach der Straße, bisweilen in Mannshöhe, noch heut zu Tage findet, werden die einzigen sein, welche so eine Art Straßenheizung haben. Vor der Leitung durch das Dach fürchteten sich Manche, weil diese Leitung so warm werden möchte, daß das viele, auf manchem Dachboden aufgehäufte Stroh anbrennen könnte.

Indessen war man doch schon früher dazu übergegangen, die Abführung des Rauches durch große hölzerne, trichterförmige Schlotte zum Dach hinaus zu bewirken, welche unten weit, oben enger waren; da sie aber später wegen Feuergefährlichkeit gesetzlich verboten wurden, so sind sie jetzt selten und werden verdrängt durch die massiven, weiten Schornsteinröhren, die man in alten Gebäuden bisweilen auf dem Boden horizontal auf Bohlunterlagen (im Uebrigen wie Kanäle bei der Kanalheizung) herumgeführt findet, ehe sie senkrecht oder schräg auf Schleppenschleifen zum Dach hinausgeführt werden. Da dieses Schleifen auf hölzerner Unterlage jetzt nicht mehr ausgeführt werden darf, so werden diese weiten Schornsteine jetzt meist ganz oder ziemlich lothrecht aufgeführt, indeß mehr und mehr durch die sogenannten russischen oder engen Schornsteinröhren verdrängt, welche für die Abführung des Rauchs der Stubenöfen die vortheilhaftesten sind. Den Zug dieser engen Röhren sucht man noch dadurch zu vermehren, daß man dieselben an manchen Orten aus eigens dazu gebrannten und glasirten Thonröhren herstellt, welche mit Muffe und Spitze zusammengesetzt, mit Mörtel gedichtet und eingemauert werden. Diese Röhren lassen den Rauch nicht durchschlagen; sie lassen sich ferner leicht reinigen, und erleichtern, wie alle engen Röhren den Schornsteinfegern in hohem Maße ihr überaus trauriges Geschäft.

Im Allgemeinen unterscheidet man zwei Arten von Feuern, Feuerungen und von Schornsteinen, nämlich die offenen und die geschlossenen. Zu den ersteren gehören, außer den Feuern auf freiem Felde, jedes auf einem offenen Koch- oder Schmiedeherd, sowie in einem Licht- oder Leucht und Wärmekamin brennende Feuer, wo die Luft unbeschränkten Zutritt zum Feuer hat. Der zugehörige Schornstein, welcher den entstandenen Rauch und außerdem eine große Menge unverbrannter atmosphärischer Luft abführt, heißt ein offener. Die zuströmende kältere Luft kühlt den Rauch ab, und um nichts desto weniger einen guten Zug zu erhalten, muß der Schornstein gut durchgewärmt sein (was bei täglich gebrauchten Schornsteinen stattfindet) und dann muß der Rauch heiß in den Schornstein gelangen; es darf daher der Weg des Rauches vom Feuer nach dem Schornstein nur kurz sein. Niemals kann man bei offenen Feuerungen und Schornsteinen lange Züge anordnen, wie wir sie später bei den geschlossenen Feuerungen kennen lernen werden, die man überall da verwendet, wo es sich um mögliche Ausnutzung der Wärme

und gleichzeitig um einen verhältnißmäßigen Zug handelt. Diese geschlossenen Feuerungen erfordern natürlich auch geschlossene Schornsteine, das heißt solche, welche außer der Oeffnung für den abzuführenden Rauch keine andere unverschlossene Oeffnung haben, durch welche kalte Luft (Beiluft oder Nebenluft) zuströmen könnte. (Die Reinigungsöffnungen ꝛc. müssen also geschlossen sein.)

Was Rauch ist, wurde in §. 14 erläutert.

Was den Zug den Rauches anbelangt, so haben wir für unsere baulichen Zwecke nur folgendes zu beachten. Der Rauch zieht überhaupt nur deshalb, mit atmosphärischer Luft gemengt, in die Höhe (oder vielmehr er wird in die Höhe gedrückt oder getrieben), weil er wärmer und somit leichter ist, als die äußere atmosphärische Luft; denn wäre er schwerer als diese, so würde er zu Boden fallen. Der Rauch bewegt sich seiner Natur nach am liebsten senkrecht von unten nach oben, und nur gezwungen schlägt er auch schräge, wellenförmige oder gar schnell absteigende Richtungen ein. Durch einen verhältnißmäßig hohen Schornstein werden indeß diese Widerstände überwunden. Alsdann bewegt sich der Rauch noch schnell nach oben, namentlich wenn er selbst noch Wärme genug besitzt, und die Züge, namentlich aber der Rost, hinreichend groß sind, so daß ein hinlänglicher Luftstrom durch das Feuer in den Schornstein gelangen kann, welcher den Rauch nach oben treibt.

Je geringer der Wärmegrad des Rauches, je schwächer der Luftstrom, um so mehr schlägt der Rauch nieder, setzt Ruß ab und verursacht das sogenannte Einrauchen.

Deshalb werden außerdem die Temperatur der Atmosphäre, die Richtung des Windes, die Temperatur der Schornsteine und die größere oder geringere Gluth des Feuers selbst, einen sehr bedeutenden Einfluß auf den Rauchzug und das Einrauchen ausüben. Ist die Temperatur kalt, so sind auch die Schornsteine kalt; der Rauch erwärmt dieselben, wird dabei kälter und kann erst dann schnell ziehen wenn die Schornsteine hinreichend erwärmt worden sind. Ebenso ist der Rauchzug bei dicker neblicher Luft schwächer. Dasselbe ist der Fall bei sehr großer Hitze und namentlich im Frühjahr, wenn die Sonne stark auf den Schornstein scheint; die Schornsteinwände sind dann gewöhnlich kalt, der Rauch wird durch dieselben abgekühlt und dadurch weniger leicht als die äußere, von der Sonne erwärmte Luft. Man pflegt im gewöhnlichen Leben dann zu sagen: die Hitze drückt den Rauch nieder.

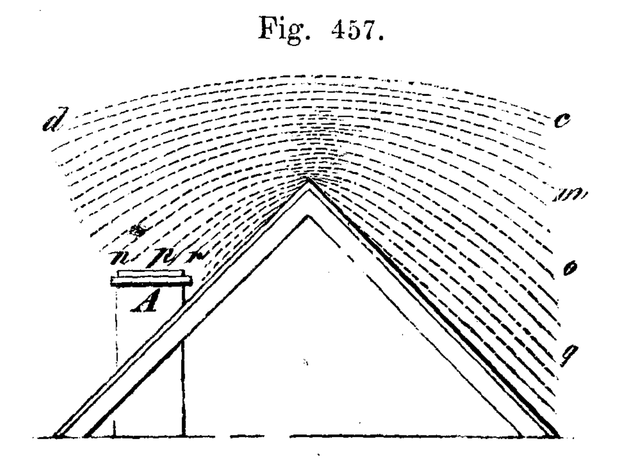
Außer der Richung des Windes und einigen anderen Umständen, die wir später kennen lernen werden, hängt also der gute Zug in einem Schornstein wesentlich von der Temperatur der Atmosphäre und der Temperatur des Rauches und des Schornsteins ab. Da nun weite Schornsteine größere Wände haben als enge, so kühlen die ersteren bei kaltem Wetter den Rauch mehr ab, und deshalb sind weite Schornsteinröhren dem Einrauchen viel mehr unterworfen als enge, und je enger die Röhren sind (wenn nur der Rauch, der aus dem Ofen kommt, noch hinreichend Platz hat), um so schneller und besser zieht der Rauch.

Wenn es in einem weiten geschlossenen Schornstein nicht ziehen will, so pflegt man etwas Stroh im Schornstein zu verbrennen, wodurch die Schornsteinwände und die Luft im Schornsteine erwärmt werden und der Zug hergestellt wird. Im Uebrigen hat man darauf zu sehen, daß die Reinigungsöffnungen gut geschlossen sind, weil sonst der Schornstein ein offener und der Rauch durch die zuströmende kalte Luft abgekühlt wird, also schlechter zieht.

Je länger die Rauchsäule im Schornstein ist, um so leichter ist sie in Bezug auf eine gleich große Luftsäule (von gewöhnlicher nicht erwärmter Luft) und um so schneller wird sie deshalb von der unten nachströmenden Luft in die Höhe getrieben. Aus diesem Grunde zieht es in langen Röhren weit mehr, als in kurzen und deshalb werden Schornsteine auf einstöckigen Häusern (besonders wenn die Röhren weit sind) leichter einrauchen, als bei mehrstöckigen Gebäuden.

Die Richtung gewisser Windstriche kann ebenfalls Einrauchen verursachen, besonders wenn der Schornstein von einem andern Gegenstand, einem Dache, einem Hause ꝛc. überragt wird. Ein solcher Fall ist in Fig. 457 vorgestellt. Es befinde sich die obere Oeffnung eines Schornsteins unter der Dachfirst; der Wind streiche von der andern Seite her über die First in der Richtung von c nach d; dabei werden die Windstrahlen moq aus eine Richtung schief aufwärts erhalten, und nachdem sie über den First hinweg sind, sich wieder eben so nach unten ausbreiten, bei npr aber

Fig. 457.



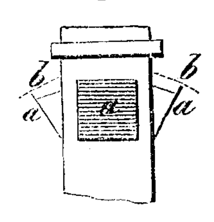
in die Schornsteinöffnung treffen, den Rauch zurückdrängen und ihn niederwärts treiben. Das wird aber nicht mehr der Fall sein, wenn die Schornsteinröhre 0,3—0,6^{m} über die Dachfirst hinaufreicht. Will oder kann man den gemauerten Schornstein so hoch nicht führen, so kann man sich durch Anordnung einer Blechröhre helfen, der Erfolg derselben ist aber immer zweifelhaft, namentlich wenn die Sonne nach kaltem Wetter darauf wirkt. In diesem Falle ist die innerhalb des Rohres befindliche kalte Luft schwerer, als die in dem Blechcylinder stark erwärmte, und kann daher nicht emporsteigen.

Hieraus folgt die sehr wichtige Regel: daß alle Schornsteinröhren, wenn sie nicht einrauchen sollen, bis über die Dachfirst mindestens einen Fuß hoch hinausgeführt werden müssen.

Immer läßt es sich jedoch nicht vermeiden, besonders in Städten, daß nicht höhere Gegenstände den Rauch hinderten. Für diese Fälle hat man unzählige Vorrichtungen erfunden, welche jedoch allemal um so weniger geholfen haben, je zusammengesetzter sie waren. Wir wollen deßhalb hier nur die allereinfachsten erwähnen.

Es ist in vielen Fällen schon ausreichend, wenn man auf die obere Schornsteinöffnung eine sogenannte Mauersteinkappe setzt. Diese kann auf zweierlei Arten ausgeführt werden. Entweder man setzt platte Dachsteine über die Schornsteinöffnung auf 2 Seiten derselben schräg aneinander, so daß sie oben eine scharfe Kante bilden; oder man setzt auf die vier Ecken des Schornsteins 4 senkrechte Mauersteine und 4 in die Mitte derselben, und deckt die obere Fläche mit Dachsteinen zu, so daß 8 kleine Seitenöffnungen entstehen, durch welche der Rauch entweichen kann. Es ist häufig, daß gewisse Windstriche dem Rauchzuge nachtheilig sind, besonders Nordost und Südwest, als die gewöhnlich am stärksten wehenden. In diesem Falle thut man gut, die Kappen nach einer dieser Seiten ganz zu schließen, so daß nur auf 3 Seiten Zuglöcher bleiben. Welche Seite geschlossen werden muß, kann man nie vorher wissen, sondern dies muß immer erst ausprobirt werden nachdem der Schornstein schon erbaut ist.

Fig. 459.



Eine andere, ganz einfache Vorrichtung, welche ebenfalls gute Dienste thut, ist in Fig. 459 vorgestellt. Der Schornstein ist mit einer Kappe gedeckt, welche vier Oeffnungen nach den Seiten hin hat; an diesen Löchern werden 4 Klappen von Zinkblech a a angebracht, daß sie unten an einer Messingstange

in messingenen eingemauerten Ringen sich auf und zu bewegen lassen. Bei b b sind gekrümmte dünne Eisenstangen angebracht, welche durch eine Querstange verbunden sind, damit die Klappe a nicht weiter herunterfallen kann, als sie soll. Die Klappen stehen unter einem Winkel von $22^1/_2{}^0$ offen nach obenhin. Wird der Wind von einer Seite her stärker, so schließt er die ihm entgegenstehende Klappe. Die andern bleiben geöffnet und lassen den Rauch entweichen. Auf diese Art kann der Wind nie in den Schornstein blasen, und von oben her die dicke Luft der Sonne weniger nachtheilig wirken.

In einigen Fällen, wo alle bekannten Mittel nicht helfen wollten, ist von dem Verfasser die (Fig. 460) gezeichnete Vorrichtung wirksam gewesen (bei engen Röhren, welche von den nachbarlichen Häusern und Dächern weit überragt wurden).

Fig. 460.

Ueber der Schornsteinöffnung wird eine Eisenblechröhre von 15^{zm} Durchmesser, etwa 80^{zm} hoch heraussstehend, 30^{zm} tief in den Schornstein hineingehend, aufgesetzt. Die Röhre erhält auf 3 Blechstützen ein kleines Blechdach, so daß zwischen der Röhr- und Blechdachkante ein Zwischenraum von etwa 2^{zm} hoch verbleibt, welcher Zwischenraum jedoch von dem Blechdache um 5^{zm} auf jeder Seite überragt wird. In der Eisenröhre sind 4—6 Schuppen rings herum eingehauen, 5^{zm} lang, $2^1/_2{}^{zm}$ breit und nach außen gebogen, so daß sie einen Winkel von 45 Grad machen, sie stehen 2reihenweise im Quincunx übereinander, mit etwa 5^{zm} Zwi-

Fig. 461.

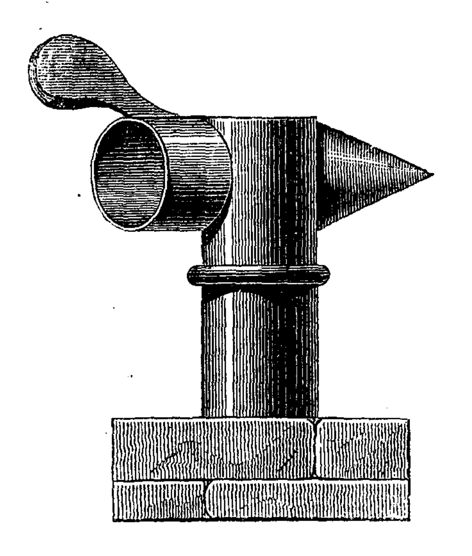
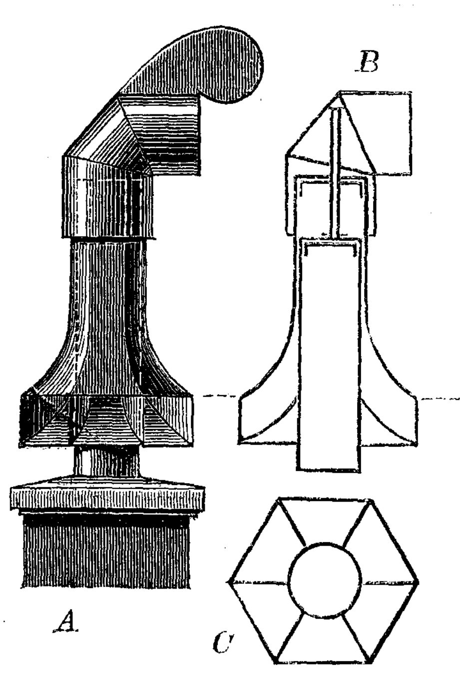


Fig. 462.



schenraum, so daß sich in einer Röhre von besagter Länge etwa 6—8 solcher Schuppenreihen befinden.

Wenn nun der Wind den Rauch von einer Seite nicht herausläßt, so bleibt diesem immer wenigstens noch die andere ganze Hälfte zum Entweichen. Man kann annehmen, daß wenn die Röhre nicht besonders gegen Rost und Rußeinwirkung geschützt wird, alle 6—8 Jahre eine neue solche Röhre erforderlich ist.

Neuerdings kommen häufig drehbare Blechaufsätze zur Verwendung, welche durch den Wind selbst wie eine Wetterfahne bewegt werden, in der Form, welche Fig. 461 oder 462 zeigt. Sie sind sehr zweckmäßig, haben aber den Nachtheil, daß die Drehung durch Rost und Rauch mit der Zeit erschwert, resp. unmöglich gemacht wird und daher häufige Reparaturen nöthig sind.

Die übrigen erforderlichen Vorsichtsmaßregeln wegen des Einrauchens werden sich besser im Verfolg bei den einzelnen Gegenständen berühren lassen.

§. 63. Anlage der Feuermauern, Feuerherde, Rauchmäntel, Vorgelege und Kamine.

Was die Feuermauern betrifft, so müssen sie durch das ganze Gebäude und durch alle Stockwerke massiv sein. Stoßen Fachwände an, so müssen diese mindstens 21 ^{zm} von dem äußersten Punkte des Herdes erst ihren Anfang nehmen. Die Feuerherde selbst werden gewöhnlich und am besten in eine Ecke verlegt. Man mauert sie mit Lehm auf, oder legt wenigstens die oberste Schicht in Lehm, weil dieser dem Feuer mehr Widerstand leistet als der Kalk. Sie werden gewöhnlich $^3/_4$—1 ^{m} breit und $1^1/_4$ — $1^1/_2$ ^{m} lang angelegt, und erhalten eine Höhe von 1 ^{m}. Man legt gern eine Unterwölbung unter denselben an, theils um die Last, besonders für obere Stockwerke, zu verringern, theils um Brennholz darunter aufzubewahren.

Die bequemste Lage eines Herdes ist die, daß man das Licht von der linken Seite darauf erhält, wenn man vor dem Herde steht. Wegen Feuersicherheit ist es besser, die ganze Küche mit Steinen zu pflastern, als sie zu dielen; da jedoch ein Steinfußboden sehr kalt ist, auch in den oberen Stockwerken mehr lastet als ein gedielter, so ist es ausreichend, wenn um den Feuerherd eine Pflasterung gelegt wird, die 62 ^{zm} nach jeder Seite hin vorspringt. Lehm- oder Gypsestriche sind nicht zweckmäßig, weil sie von der vielen, in der Küche verbreiteten Nässe verdorben werden.

Die Herde werden meistentheils nur deswegen groß angelegt, um sie gleichzeitig als Tisch benutzen zu können, welches aber nichts taugt; denn je größer der Herd ist, um so größer muß der ihn umgebende Rauchmantel werden, welches viele Nachtheile hat, wie wir gleich sehen werden.

Man bringt den Herd in großen Küchen zuweilen auch so an, daß man von drei Seiten, oder auch von allen vier Seiten um ihn herumgehen kann. Die großen Herde sind jedoch in der letzten Zeit, wo man das offene Feuer gegen die sogenannten verdeckten Herde vertauscht hat, immer seltener geworden.

Ferner muß ein Herd so stehen, daß die Zugluft ihn nicht unmittelbar treffen kann, also nicht an einer Küchenthür, besonders wenn diese (wie auf dem Lande häufig) unmittelbar ins Freie führt.

Die Rauchmäntel (Schurze, Dunst- oder Wrasenfänge, Schlotmäntel) dienen dazu, den vom Küchenherde aufsteigenden Rauch und Wasserdampf aufzufangen und dem darüberliegenden Schornsteinrohre zuzuführen. Aus dieser Hauptbedingung entstehen alle Nebenbedingungen für die Einrichtung der Rauchmäntel. Sie müssen deshalb so steil als möglich sein, weil in einer steilen Wölbung der Rauch besser abzieht als in einer flachen.

Sie müssen ferner so nahe wie möglich über dem Herde anfangen, damit sie den Rauch sogleich auffangen. Man nimmt für die lichte senkrechte Höhe zwischen der Unterkante des Rauchmantels und dem Fußboden nur so viel, daß die Köchin sich nicht an den Kopf stößt, also höchstens 1,7—1,8 ^{m} an.

Die Rauchmäntel müssen so weit, als es angeht, über den Herd vorstehen, damit der Rauch nicht unter ihnen weg in die Küche schlagen kann. Damit aber dieselben nicht zu groß werden, nimmt man an, daß zwischen dem Herde und der innern Kante des Rauchmantels mindestens 15 ^{zm}, in wagerechter Entfernung gemessen, verbleiben. Sind die Herde klein, so kann man den Rauchmantel noch weiter vorspringen lassen, welches besser ist. Das Weitere über die gemauerten Rauchmäntel haben wir schon bei den Gewölben gegeben.

Man hat in neuerer Zeit anstatt der von Mauersteinen gewölbten Rauchmäntel solche von Zinkblech angefertigt, welche von Eisenstangen getragen werden und auch mit solchen angehängt sind. Sie sind ungleich leichter als die von Mauersteinen, kosten wenig mehr und belasten eben wegen ihrer Leichtigkeit die Gebälke weniger (woran sie gehängt sind), als erstere.

Eine andere Art Rauchmäntel weniger schwerfällig und doch massiv ohne Metallanwendung herzustellen, besteht darin, daß man den Mantel auf einer Unterschalung, auf welcher man die nothwendige Wölbung mittelst nassen Sandes formt, entweder aus bloßem Portland-Cement mit gewaschenem scharfen Sande gemischt oder, aus einer, höchstens zwei Lagen Dachsteinen beiderseits mit Portland-Cement geputzt und gemauert herstellt.

In den Fig. 462—465 sind drei verschiedene Anlagen von Rauchmänteln gezeichnet, Fig. 462 zeigt eine dergleichen, bei welcher der Schornstein in der Ecke liegt. Bei dieser Anordnung brennt das Feuer immer am besten, weil der Rauch in der Ecke sogleich nach dem Schornsteine in die Höhe geleitet wird. Allein die Wölbung des Rauchmantels wird auch zugleich die flachste, weil die Wölbungskante die Diagonale des Rechtecks ausmacht. Hat man daher keine große Stockwerkshöhe, so muß man, um die Wölbung möglichst klein zu erhalten, den Herd möglichst kurz anlegen, welches überhaupt immer das beste ist. In neuerer Zeit läßt man die Wrasenmäntel häufig ganz fort, was bei einer gut ziehenden, großen Wrasenklappe auch keine wesentlichen Nachtheile mit sich führt.

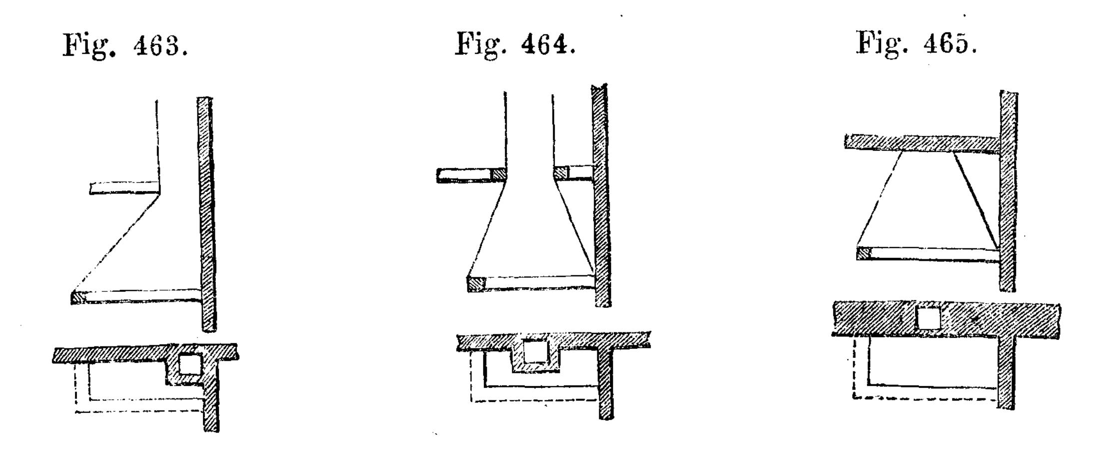


Fig. 463. Fig. 464. Fig. 465.

Vorgelege nennt man die von Mauern eingeschlossenen Räume, aus welchen in den anstoßenden Räumen eine oder mehrere Oefen geheizt werden. Fig. 466 zeigt eine solche Anlage mit einem Ofen. a ist der Raum des Vorgeleges, b der Stubenofen, c der Ofenhals, durch welchen eingeheizt wird, und d die Thüröffnung, welche zu dem Vorgelege führt. In dieser Oeffnung wird an beiden Seiten und oberhalb ein Falz von etwa $2^1/_2$ zm in die Mauersteine eingehauen, worein die Vorlegethür, welche sich auf eingemauerten Haken bewegt, einschlägt.

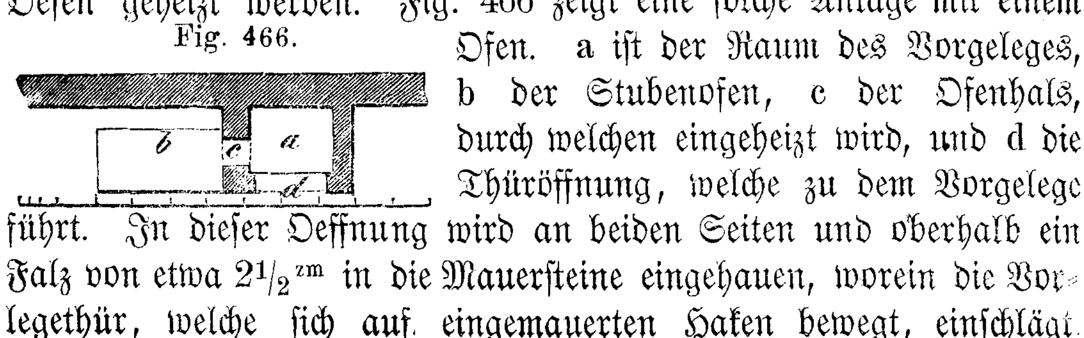


Fig. 466.

Die Thür besteht entweder aus Eisenblech oder gewöhnlicher aus Holz. In diesem Falle aber muß sie auf der innern Seite mit Eisenblech, der Feuersgefahr wegen, bekleidet werden. Aus demselben Grunde ist jedes Vorgelege oberhalb in einer Höhe von etwa $1^1/_2$—2^m mit einem Gewölbe zu schließen. Auch müssen die Vorgelege, wenn deren in mehreren Stockwerken vorkommen, immer unmittelbar übereinander liegen, damit sie gehörige Unterstützung durch Mauerwerk haben. Der Fußboden muß immer mit Mauersteinen gepflastert sein.

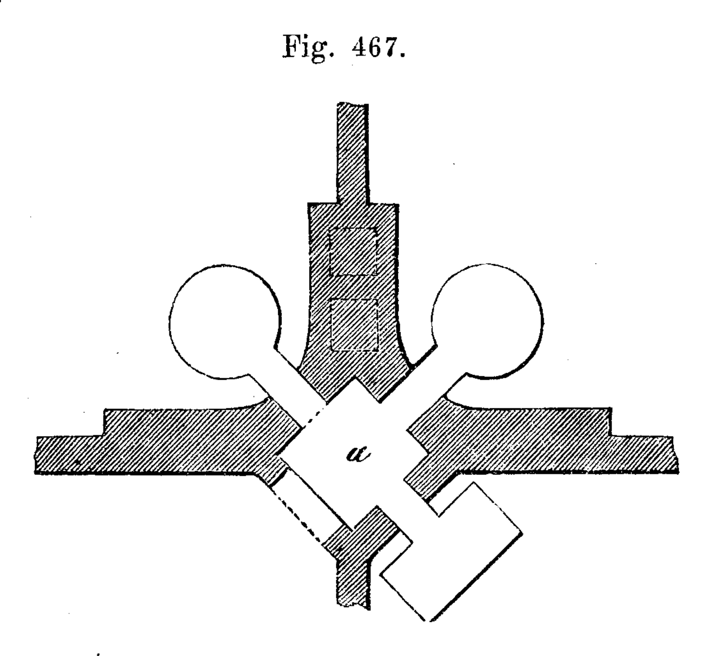
Entweder sind die Vorgelege so groß, also etwa 1^m lang und $^3/_4{}^m$ breit, daß man die anstoßenden Oefen bequem daraus heizen kann, oder es sind die Heizungen so eingerichtet, daß man davor stehen bleibt, und alsdann nennt man sie Heizkamine, weil sie mit einem Herde ausgemauert sind, der jedoch $2^1/_2{}^{zm}$ niedriger als die Ofenlöcher sein muß, damit die Ofenthür geöffnet werden kann.

Aus den Heizkaminen werden gewöhnlich nur 1—2 Oefen geheizt, auch bedient man sich des darin angelegten Herdes zum Kochen, besonders in Wohnungen ärmerer Leute.

Die Heizkamine sind gewöhnlich 50^{zm} tief und 45 - 60^{zm} breit.

Die Umfassungsmauern der Vorgelege und Kamine werden nur $^1/_2$ Stein stark angelegt.

Fig. 467.



Die Anlage von Vorgelegen und Heizkaminen war früher, wo man die Oefen gewöhnlich von außen heizte, viel häufiger als jetzt, wo man zu den Stubenöfen sich fast ausschließlich der engen Röhren und der Heizung von innen bedient. Es wird hierdurch eine ungleich größere Bequemlichkeit in der Eintheilung erreicht als früher, mehr Raum gespart, und die ganze Anlage wird wohlfeiler. Außerdem ist die innere Heizung viel gesünder, weil das Feuer ein fortwährendes Zuströmen frischer Luft erfordert, wodurch die Stubenluft erneuert wird und gesund bleibt.

Man wendet deshalb Vorgelege hauptsächlich nur für Räume an, deren Bewohner öfter wechseln, und denen man die Unbequemlichkeit durch das Heizen ersparen will (bei Gastzimmern).

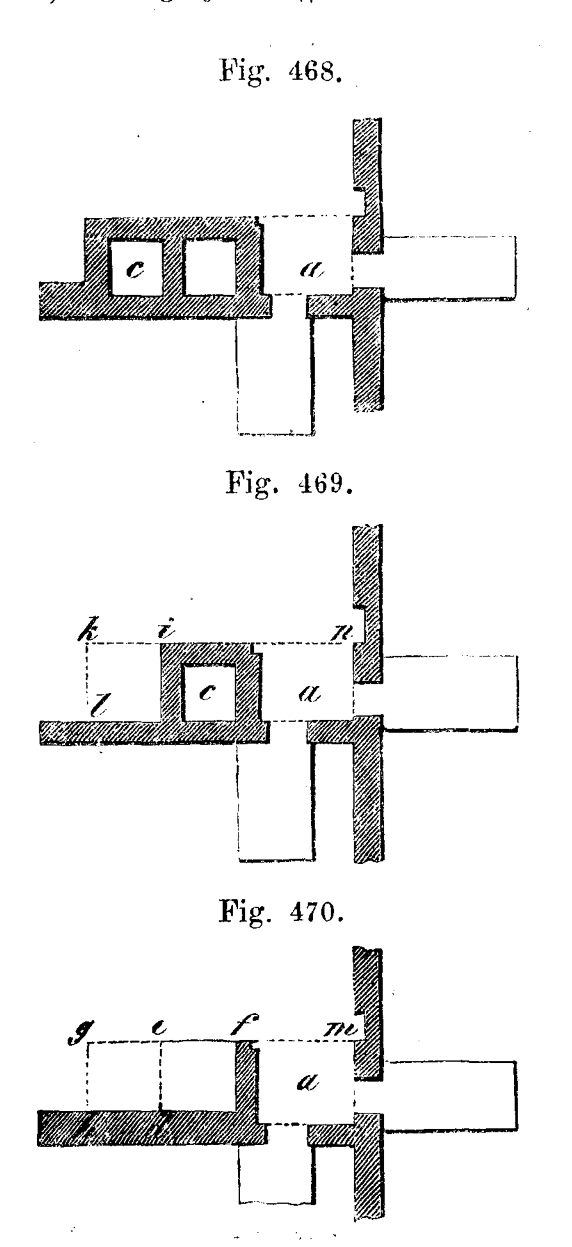


Fig. 468.
Fig. 469.
Fig. 470.

Fig. 467 zeigt eine Vorgelege a, aus welchem 3 Stubenöfen geheizt werden; um einen bequemen Raum zu gewinnen, sind die Ecken abgestumpft worden.

Fig. 468—470 zeigt eine Vorgelegeanlage in 3 Stockwerken. Im untersten Stockwerk (Fig. 470) ist a das Vorgelege oder der Heizkamin. Fig. 469 zeigt das nächstobere Stockwerk. Nun muß die Röhre c des untern Vorgeleges gegen das obere hingezogen werden, dieses kann aber nicht anders geschehen, als durch Schleppenschleifen oder Uebersetzen, wodurch das untere Zimmer nicht nur verunziert werden, sondern die Röhre auch keinen festen Stand erhalten würde; es muß also der Grund def (Fig. 470) zu dieser Röhre gleich vorhanden sein. In dem obersten Stockwerke (Fig. 468) kommt noch eine Röhre von der 2ten hinzu, und die Anlage in dem 1sten Stock wird also nach den Linien mgh und in der 2ten nach nkl stattfinden müssen, damit die Röhren aller 3 Stockwerkes gehörig fundamentirt sind. Die Rauchröhre des letzten Stockwerks (Fig. 468) wird dagegen unmittelbar über dem Vorgelege a daselbst liegen.

Diejenigen Mauertheile, in welchen die Vorgelege und weite Röhren liegen, müssen 65 — 73^{zm} dick werden. Um indeß durch die Fundamentirung der Röhren nicht zu viel Raum zu verlieren, kann

man in den unteren Stockwerken Vertiefungen oder Nischen, wie bei Fig. 473 aussparen.

Fig. 473 zeigt die Vorgelege und Röhrenanlage eines untersten Stockwerkes, Fig. 472 eines darüber liegenden zweiten, Fig. 471 die des vierten und letzten Stockwerkes. Die Röhren der verschiedenen Stockwerke sind immer unter einander fortgezogen, so daß im letzten Stockwerke (Fig. 471) die Röhre bei A diejenige ist, welche im untersten Stockwerke (Fig. 473) unmittelbar auf dem Vorgelege v anfängt 2c. Sollte aber ein solches Vorgelege in einem Hause von zwei Stockwerken angelegt werden, so würde alles gleich bleiben, und nur das mit gh in Fig. 472 und mit ik in Fig. 473 bezeichnete Stück Mauerwerk in dem 1sten und 2ten Stockwerk wegbleiben.

Fig. 471.

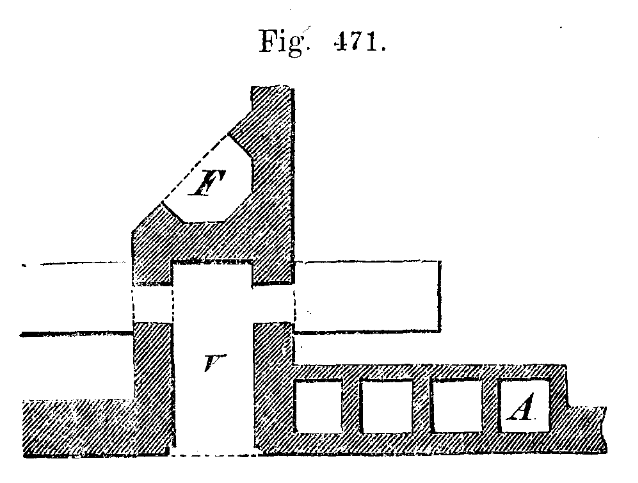
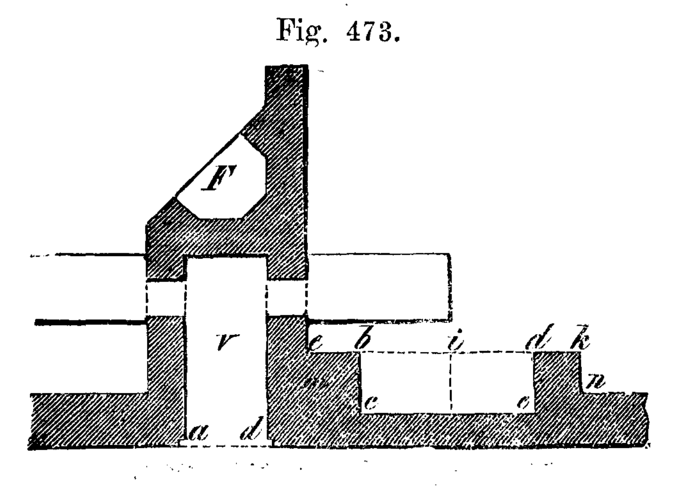


Fig. 472

Fig. 473.



Gleichzeitig ist hier in allen Stockwerken ein großer Kamin übereck vorgestellt.

Kommen in einem Hause Corridors vor so ist es zweckmäßig, Schornsteine und Vorgelege so anzulegen, daß sie einander gegenüber liegen, damit man die Röhren im Dache leicht zusammenwölben kann. Die Thüren zu Vorgelegen dürfen nicht unter hölzernen Treppen, wenigstens nicht da angelegt werden, wo die Treppe noch nicht eine Höhe von 2,2—2,5 ^{m} erreicht hat.

Kamine, und zwar solche, welche zur Erwärmung der Zimmer

dienen, sind von drei Seiten eingeschlossen und mit einer massiven Decke versehen. Es sind Mauervertiefungen, die einen Rost über einem gemauerten Fußboden haben, auf welchem das Feuer brennt. Der Rauch geht durch einen unmittelbar über dem Kamine befindlichen Schornstein zum Dache hinaus. Sie haben verschiedene Grundrißformen und werden in sehr verschiedenen Größen angelegt. Entweder sind sie länglich-viereckig, oder mit abgestumpften Ecken, oder dreieckig, oder halbkreisförmig.

Wegen der damit verbundenen Holzverschwendung werden sie jetzt seltener, hauptsächlich nur bei sehr eleganten Einrichtungen mit Marmoreinfassung und Bronzespiegel darüber angelegt, sind indeß im südlichen Europa und in England noch sehr üblich, wo man jedoch anstatt des Holzes Steinkohlen brennt und sie in sehr kleinen Maßen (gegen früher) ausführt. Fig. 476 zeigt den Grundriß eines solchen Kamins, worin A einen eisernen Rost bezeichnet, welcher wegen der zu verbrennenden Steinkohlen durchaus nöthig ist. Fig. 474 zeigt die Ansicht und Fig. 475 den Durchschnitt mit der Schornstein-

Fig. 474.

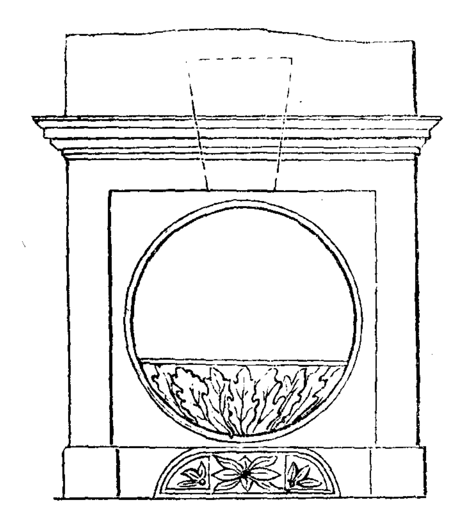


Fig. 475.

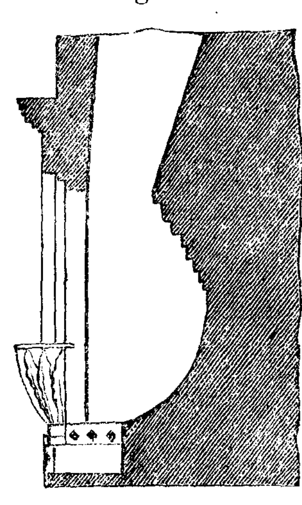
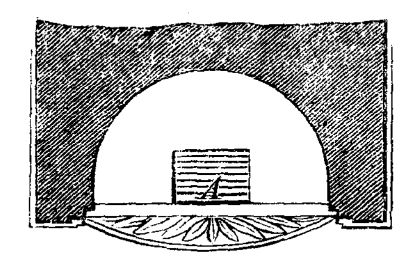


Fig. 476.



öffnung; man nennt diese Art, wegen ihrer Form, auch parabolische Kamine. Es ist ein eiserner Korb davor angebracht, welcher mehr oder weniger verziert sein kann.

Bei Kaminen, in denen Holz gebrannt wird, fehlt häufig der Rost, es werden dann nur ein paar eiserne Böcke in den Kamin gestellt, worauf man das Holz legt.

Ist das Feuer ausgebrannt, so schließt man den gewöhnlichen Kamin durch einen vorgesetzten Schirm, den parabolischen durch einen eisernen Schieber im Schornsteine.

Neuerdings sind die Kamine häufig durch die sogenannten Kaminöfen ersetzt. Letztere haben zwei ganz getrennte Feuerungen, vorn ein offenes Kaminfeuer, welches so construirt ist, daß es dieselben Annehmlichkeiten bietet wie ein Kamin, seitwärts eine Ofenheizung, von der aus in hin- und herlaufenden Zügen die Feuerung durch den oberen Absatz des Ofens hindurch in den Schornstein geführt wird.

Bei den Kaminen findet die Erwärmung hauptsächlich nur durch Wärmeausstrahlung (strahlende Wärme) statt, und obwohl dadurch ein bedeutender Wärmeverlust erwächst, so wird doch andererseits die Zimmerluft durch die Kaminheizung erneuert und gesund erhalten und man hat außerdem die Annehmlichkeit, das Feuer brennen zu sehen. Kleine Kamine für Steinkohlenfeuerung und auch für Torf erfordern nur ein sechszölliges Rohr, welches nicht über dem Kamin beginnen muß, sondern unmittelbar an der gußeisernen Rückwand des Kamins liegen und daher im Keller beginnen und dort die Reinigungsthür haben kann. Man vergleiche Erbkam's Bauzeitung 1858, den von Herrn Bauinspektor, Professor Manger mitgetheilten russischen Wandkamin, welcher in einem schlesischen Landhaus ausgeführt ist und welchen Fig. 477 A im Grundriß in Höhe des Rostes r, und B im Durchschnitt verdeutlicht. Die Höhe des Aschenfalls von dem Blechkasten bis zum Rost r beträgt 28^{zm}, der Feuerraum f hat eine doppelte gußeiserne Rückwand. Die Höhe vom Rost bis an die Decke l beträgt 62^{zm}; doch liegt die Oeffnung des gußeisernen Rahmens c 10—23^{zm} tiefer, damit ein sogenannter Widerwog entstehe, also der Rauch nicht in das Zimmer schlagen kann. k ist die in Charnieren bewegliche Verschlußklappe. Statt des verzierten eisernen Korbes Fig. 474 sind hier blos horizontale Stäbe a in einem Rahmen befestigt. Der Rost ist, wie die meisten kleinen Roste aus einem Stück gegossen. Damit der Rauch gut in den 15^{zm} starken Schornstein hinziehe, ist derselbe bei e schräg überkragt.

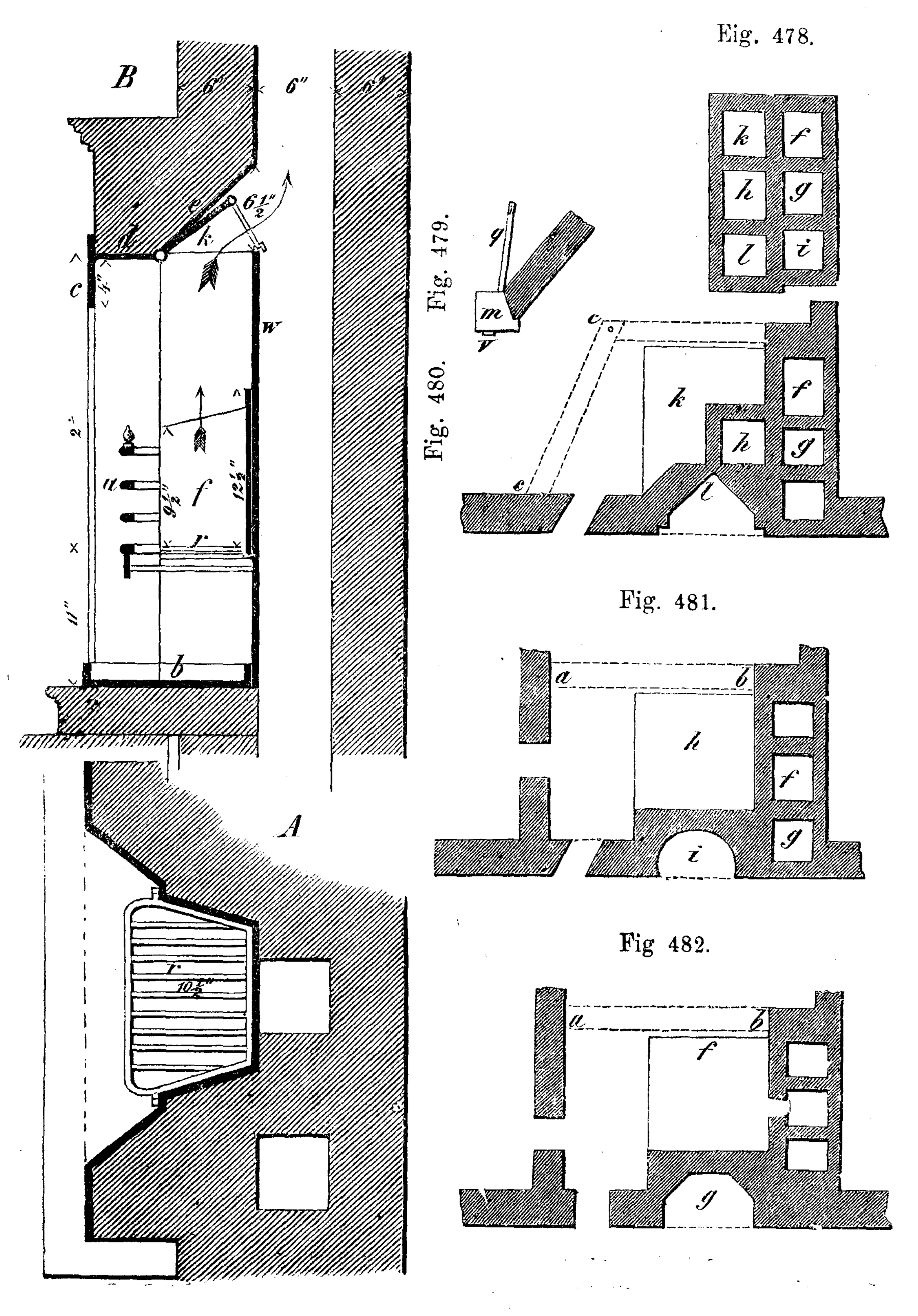
Licht- oder Leuchtkamine kommen nur noch in solchen Gegenden vor, welche sehr holzreich sind und wo man in den Stuben zur Erleuchtung und theilweisen Erwärmung ein kleines hellflammendes Feuer anmacht. Diese werden nur etwa 16^{zm} im Quadrat groß, etwa 1—$1,1^{m}$ über dem Fußboden an einer Brandmauer angelegt,

und erhalten unmittelbar über sich ein Schornsteinrohr, welches den Rauch abführt.

Fig. 478 — 480 weiset die Stockwerke eines Hauses nach, wenn

Fig. 477.

Fig. 478.

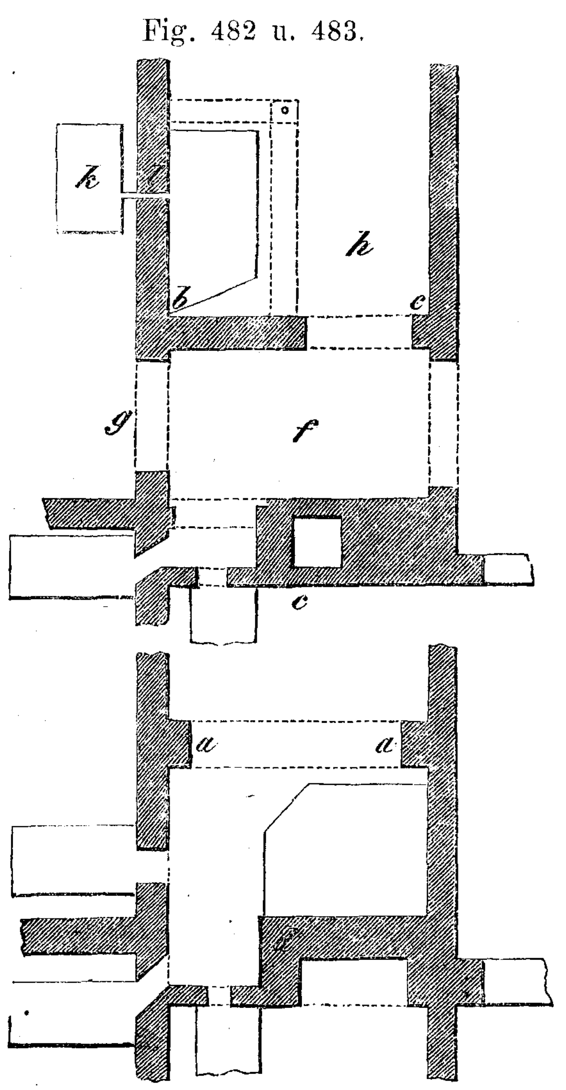


in jedem derselben eine kleine Küche nebst zwei Ofenheizungen und ein Kamin enthalten ist.

In allen drei Stockwerken ruhen die Rauchfänge auf quer über die Küchen angebrachten Rauchfanghölzern, neben jeder Küche sind zwei Stuben und jedesmal in einer derselben ein Kamin angebracht.

Die Zeichnung der Röhren ist aus den Grundrissen zu ersehen. Figur 480 ist das unterste Stockwerk; f, h, k sind die Röhren der Küchenrauchfänge, g, i, l die Kaminröhren. Erstere haben 52 zm Länge, 39 zm Breite im Lichten; die Kaminröhren sind 42 zm lang und 42 zm breit. Fig. 450 zeigt, wie alle diese Röhren vereinigt im Dachraume erscheinen. Fig. 479 zeigt das Rauchfangholz m des dritten Stockwerkes, q ist der Bolzen, welcher das Rauchfangholz an dem Balken festhält.

Fig. 482 u. 483.



Endlich ist in Fig. 482 und 483) der Fall angeführt, wie man sich helfen kann, wenn in dem 1sten Stockwerk (Fig. 483 eine kleine Küche, in dem darüber liegenden (Fig. 482) aber ein Gang oder Corridor f angebracht werden soll. Dieser Umstand kann sich da ereignen, wo man nach der Stube g gelangen will, ohne durch die Küche h (Fig. 482) zu gehen oder wo man sowohl nach h als g einen besonderen Eingang haben will. Es wird nämlich im untern Stockwerk (Fig. 483) von a nach a ein Bogen gespannt, $1\frac{1}{2}$ Stein stark und breit, um die massive Brandmauer b c (Fig. 482) darauf setzen zu können. Um die Röhren des ersten Stockwerkes sowohl, als auch den Einheizkamin im zweiten Stockwerk anbringen zu können, ist alsdann eine starke Mauer d erforderlich.

§. 64. Schornsteine (Rauchröhren).

Sie dienen dazu, den Rauch abzuführen. Früher fertigte man sie sehr groß und weit an, bis man sich überzeugte, daß eine engere Röhre besseren Zug habe als eine weite.

Die Röhren werden auch jetzt noch in weite und enge eingetheilt.

Die weiten Röhren werden 47^{zm} lang im Lichten und eben so breit gemacht. Bei diesem Maße können sie behufs ihrer Reinigung von einem erwachsenen Manne bestiegen werden. Macht man aber eine solche weite Röhre nur 47^{zm} lang und 40^{zm} breit im Lichten, so kann sie nur von Jungen bestiegen und gereinigt werden. Enger darf man sie gesetzlich nicht machen, wenn sie von Menschen bestiegen werden sollen (und weiter als 47^{zm} im Quadrat im Lichten ist unzweckmäßig). Die engen Röhren dagegen werden bei ihrer Reinigung nicht von Menschen bestiegen, sondern auf folgende einfache Art gefegt. Man läßt von oben in den Schornstein ein Seil herab, an welchem ein überkreuz gebundener Besen mit einer eisernen Kugel (etwa 3^{K} schwer) befestigt ist. Die Last der Kugel zieht den Besen abwärts und der oberhalb stehende Schornsteinfeger zieht den Besen beliebig herauf und läßt ihn durch die Kugel herunter ziehen, bis der Schornstein rein ist.

Die engen Röhren werden 16^{zm} im Lichten lang und breit gemacht und dürfen gesetzmäßig nicht größer werden als 21^{zm} und ebenso breit im Lichten. Ist die Röhre rund, so wird bei ihrer Aufmauerung ein hölzerner Klotz 62^{zm} lang und genau so dick, wie die Röhre werden soll, gehörig eingelothet und um denselben herumgemauert, damit die Röhre inwendig möglichst glatt und eben werde.

Enge Röhren von runder Form sind besser als quadratische. Die weiten Röhren wendet man bei fast allen sogenannten offenen Feuern an, d. h. wo das Feuer frei, nicht eingeschlossen brennt, und solche offene Feuer sind, wie §. 62 bemerkt, das gewöhnliche Küchenherdfeuer, der Heizkamin, der Kochkamin und der Leuchtkamin. Hierzu sind, mit Ausnahme des russischen Wandkamins Fig. 448 u. 449 die engen Röhren nicht tauglich, weil sie den in einem größren Umkreise sich bewegenden Rauch nicht sogleich auffangen können, und selbst wenn man sie unten weiter und oben erst eng macht, führen sie den Rauch des offenen Feuers nicht gehörig ab. Die engen Röhren wendet man stets dann an, wenn das Feuer in einem geschlossenen Raume brennt, wie bei Stubenöfen, bei den sogenannten verdeckten oder geschlossenen Küchenherden, und bei all den

unzähligen technischen Feuerungsanlagen, der Brau-, Brenn-, Siede- und Dampfapparate, sofern nicht mehr Rauch abzuführen ist, als 3—4 geheizte Stubenöfen liefern, und im ersteren Fall giebt man ihnen 15, im anderen bis 20 zm Quadrat.

Durch die Einführung der engen Röhren ist eine große Ersparung an Baumaterial, an Raum und an Brennmaterial herbeigeführt worden; auch wird durch ihre Anwendung das Einrauchen bedeutend mehr vermieden und ebenso sind die vielen kostspieligen, sowie lastenden und unbequemen Vorgelege und Heizkamine größtentheils überflüssig geworden.

Die Umfassungsmauern eines weiten Rohres sowohl als eines engen, werden in den Gebäuden selten stärker gemacht, als einen halben Stein stark.

Es kann zwar einzelne Fälle geben, wo sie viel stärker angelegt werden müssen, und ein solcher Fall tritt ein, wenn sie als einzelne Röhren sehr hoch frei stehen.

Bei den Schornsteinen der Dampfmaschinen z. B. ist es wegen des die Luft verpestenden Steinkohlendampfes, besonders in Fabrikstädten, wo viele dergleichen Schornsteine erforderlich sind, nothwendig, die Schornsteine 30—40 m hoch und ganz freistehend aufzuführen. Es werden demnach förmliche Thürme, welche auch verhältnißmäßig starke Mauern haben müssen, aufgeführt. (Vgl. §. 73.)

In gewöhnlichen Gebäuden werden die weiten Röhren auch dann, wenn sie einzeln im Dachraume heraufkommen, nicht im Mauerwerk verstärkt, da sie vermöge ihrer größeren Grundfläche Standfähigkeit genug besitzen. Enge Röhren dagegen, wenn sie einzeln in den Dachraum hinein reichen, werden, wenn sie über $4^1/_2$ m frei stehen, auf 2 ihrer Seiten einen halben Stein stark, auf den andern beiden Seiten aber einen ganzen Stein stark gemacht, weil sie bei größerer Höhe und ganz freiem Stande sonst leicht umfallen könnten.

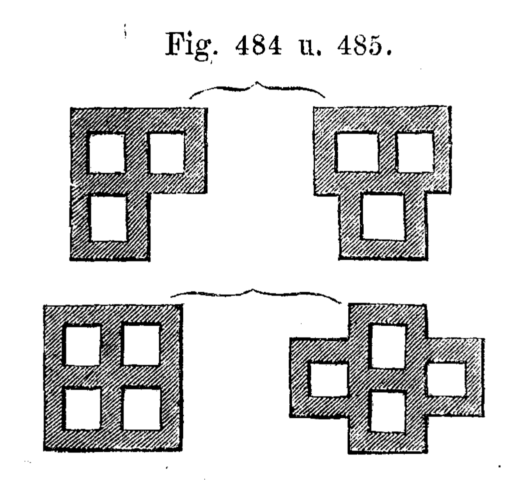
Jede Schornsteinröhre, weit oder eng, muß von Grund auf fundamentirt sein, damit sie, wenn die Balken brennen, nicht einstürze. Es dürfen deshalb gesetzlich keine Schornsteine auf Balken stehen, oder auf Holz aufliegen, oder an das Holz der Gebälke oder des Dachstuhles angelehnt werden. Im Gegentheil muß die äußere Fläche jeder Schornsteinröhre mindestens 4 Zoll (10 zm) von jedem Holze entfernt sein. Die Schornsteine, sowie alle Feuerungsanlagen werden besser in Lehm als Kalk aufge-

mauert. Die Schornsteine erhalten inwendig einen Abputz von Lehm, welcher immer gleich nach Aufmauerung von ein paar Schichten angetragen wird.

Die viereckige Form der Schornsteine ist die gewöhnliche, jedoch haben wir bereits am andern Orte Schornsteinverbände gezeigt, wo die Röhren eng und dabei rund sind.

Es ist immer ein wesentlicher Vortheil, sowohl für die Ersparung des Raumes, als auch des Materials, wenn man die Röhren auf einem oder mehreren Punkten des Gebäudes so viel wie möglich vereinigt und sogenannte Schornsteinkasten im Dache bildet; Fig. 484 zeigt eine solche Vereinigung von drei Rauchröhren in verschiedener Stellung. Fig. 485 eine eben solche für vier Röhren zu einem Kasten. Es ist hierbei zu bemerken, daß jede Röhre durch eine Quermauer (Zunge) von der ihr zunächst liegenden getrennt bleiben muß, bis an die oberste Oeffnung des Kastens; diese Trennungswand darf gesetzlich nicht schwächer sein, als einen halben Stein stark. Viele Maurer machen diese Zungen von hochkantig gestellten Steinen, wo es dann oft geschieht, daß bei dem Besteigen der weiten, diese dünne Wand eingedrückt wird. Ebenso fehlerhaft ist es, diese Zungen, wo die Schornsteine in einen gemeinschaftlichen Kasten im Dache zusammentreten, wegzulassen, weil dann ganz bestimmt ein starkes Einrauchen der einzelnen Röhren erfolgen wird.

Fig. 484 u. 485.



Nach der in Preußen am 4. October 1821 erschienenen Kabinetsordre, die Anlagen der, vom Schornsteinfeger nicht zu befahrender Schornsteine betreffend, zu welcher das Königliche Ministerium unter dem 41. Januar 1822 eine allgemeine Instruction gab, heben wir folgende wesentliche Bestimmungen aus:

1) Für ein bis höchstens zwei Ofenfeuer muß eine kreisförmige Rauchröhre wenigstens 15,7 zm Durchmesser haben. Für mehrere Feuerungen ist sie verhältnißmäßig zu erweitern; eben so für Kesselfeuerungen, Brauereien 2c. nach Bedarf zu bestimmen. Jedoch wurde später verordnet, daß man sie nicht größer als 21 zm im Quadrat machen dürfe. Muß man demnach eine größere Röhre haben, so ist man genöthigt, eine weite besteigbare

Röhre anzulegen, da das Ausbrennen der Schornsteinröhren in Preußen nur an manchen Orten und unter erschwerenden Umständen gestattet ist.

2) Der Grundriß einer Röhre kann auch ein regelmäßiges Vieleck, oder ein rechtwinkliges Viereck sein, dessen kleinere Seite aber wenigstens 15,7 ^{zm} betragen muß. Runde und vieleckige Röhren ziehen besser als viereckige und setzen auch weniger Ruß an, weil sie keine oder nur flache Ecken haben. Ebenso lassen sich runde Röhren selbstverständlich mit der Kugel und der Bürste besser reinigen als viereckige.

3) Bei gewöhnlichen Herd- und Stubenfeuerungen werden die Wände und Zungen der Röhren $1/2$ Stein stark angenommen, in außerordentlichen Fällen 1 bis $2 1/2$ Stein dick. Alles Holzwerk muß von denselben (von den Außenflächen) 10 ^{zm} weit entfernt sein.

4) Die Schleifung (das Ziehen eines Schornsteines nach einer andern Stelle) darf nicht unter 45 Grad betragen, und kann nur auf massiven Bogen und Wangen, oder in hinlänglich dicken Mauern geschehen. Das Aufsatteln auf Holz ist nirgends erlaubt.

5) §. 5 handelt von der Stärke der Wangen freistehender Röhren.

6) Die Reinigung der Röhren geschieht durch Bürsten von der Form des Röhrenquerschnittes, die an Seilen auf- und niedergezogen werden (oder, wie wir bereits bemerkten, durch Kreuzbesen).

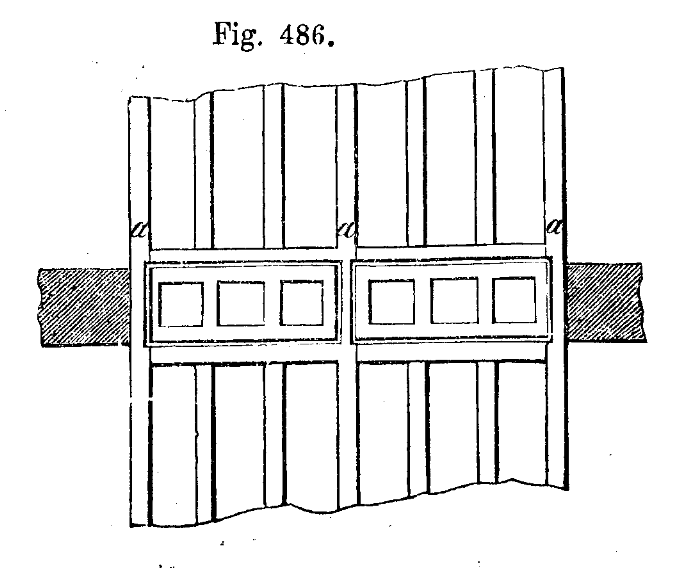
7) Jede Röhre ist unten und über dem obersten Dachboden (bei mehrmals veränderter Richtung auch in der Mitte) mit einer Seitenöffnung zu versehen, die mit eisernen eingefalzten Thüren geschlossen werden. In der Nähe dieser Oeffnung darf kein Holz sein, und vor denselben ist ein $2/3$ ^{m} breites Pflaster anzulegen.

Die weiten wie die engen Schornsteine können entweder ganz in den Mauern liegen, oder $1/4$, $1/2$, $3/4$ weit daraus vorstehen.

Liegen sie in den Mittelmauern wie Fig. 486 und kommen mehrere Röhren zusammen, so müssen die Balken auf den Punkten, wo die Röhren liegen, ausgewechselt werden. Auch müssen die Balken auf den Punkten, wo sie die Röhren berühren würden, wie bei a a noch ausgeschnitten werden, sobald sie sich dem Rohre zu sehr nähern.

Sind die Quermauern stark genug, so daß die Röhren darin liegen können, so ist dies noch bequemer, weil man in diesem Falle gar nicht zu wechseln braucht. Aus diesem Grunde legt man enge Röhren, welche gewöhnlich auch in den Quermauern noch Platz finden, gern in diese hinein, wie in Fig. 492 und Fig. 494.

Fig. 486.



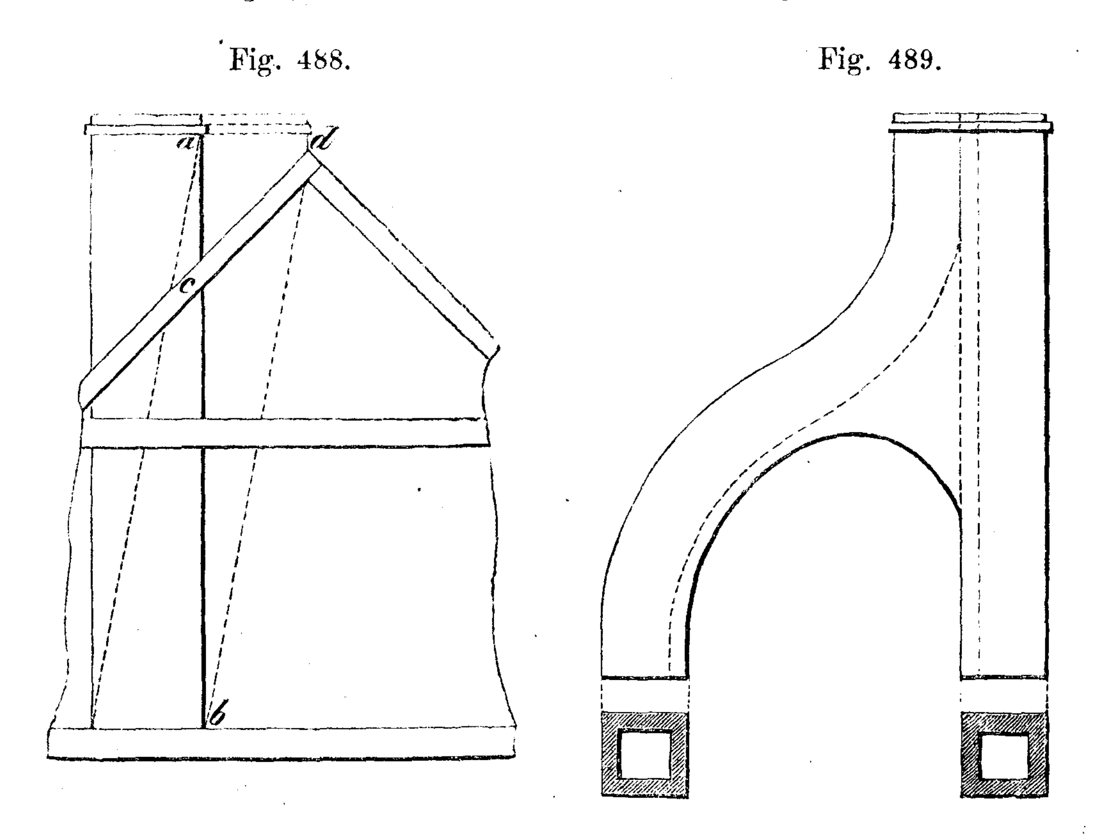
Das Ziehen oder Schleifen der Schornsteine ist in den folgenden Figuren vorgestellt, wie es nur stattfinden soll. Fig. 487 stellt den Grundriß und Aufriß eines Schornsteines vor, welcher von dem Punkte a bis b gezogen werden soll. Dies darf nur geschehen, wenn man ihn in der Richtung ab, welche mindestens einen Winkel von 45 Grad betragen muß, auf einen massiven Pfeiler abc herüberzieht und dann senkrecht hinaufgehen läßt. Unter keiner Bedingung aber darf in der Richtung ab Fig. 487 eine Holzunterlage liegen und darauf der Schornstein geschleift werden.

Fig. 487.

Fig. 488 zeigt eine andere Art des Ziehens. Die punktirten Linien neben dem gezeichneten Schornstein deuten an, wie weit man im

äußersten Falle einen freistehenden Schornstein herüberziehen könnte, ohne ihn anderweitig zu unterstützen. Mathematisch genommen würde der Schwerpunkt des Schornsteines, welcher in der Mittellinie liegt, noch unterstützt sein, da die Linie ab noch innerhalb der punktirten Figur fällt, allein in der Praxis kann man auf eine so feste Verbindung der Materialien nicht rechnen, und man könnte daher einen freistehenden Schornstein, ohne alle Unterstützung, höchstens um die Hälfte seines Breitenmaßes herüberziehen.

Fig. 488. Fig. 489.



In Fig. 488 würde man deshalb den Schornstein gern bis an die Dachfirst d herübergezogen haben, weil derselbe sonst, wenn er gerade aufgeht, eine Kehle acd veranlaßt haben würde, wo es leicht einregnet.

Auch haben solche Schornsteine, welche weit frei aus dem Dache herauskommen, folgenden Nachtheil: sie werden nämlich im Winter weit kälter als solche, welche unterhalb des Daches liegen, weshalb der Rauch schlecht darin zieht.

Fig. 489 zeigt, wie 2 Schornsteine so aneinander gewölbt werden, daß der eine senkrecht steht. Es müssen zu diesem Zweck zwei Lehrbogen als förmliches Lehrgerüst aufgestellt werden, um die Wölbung zu vollenden. Die Wölbung wird in solchen Fällen nie stärker als 1/2 Stein.

Fig. 490 zeigt 2 Schornsteine, welche im Spitzbogen gegeneinander gewölbt werden, mit der zwischen ihnen befindlichen Zunge. Eben so sieht man die Lage der Balken aa und die Auswechselung der Sparren bei bb.

Fig. 490.

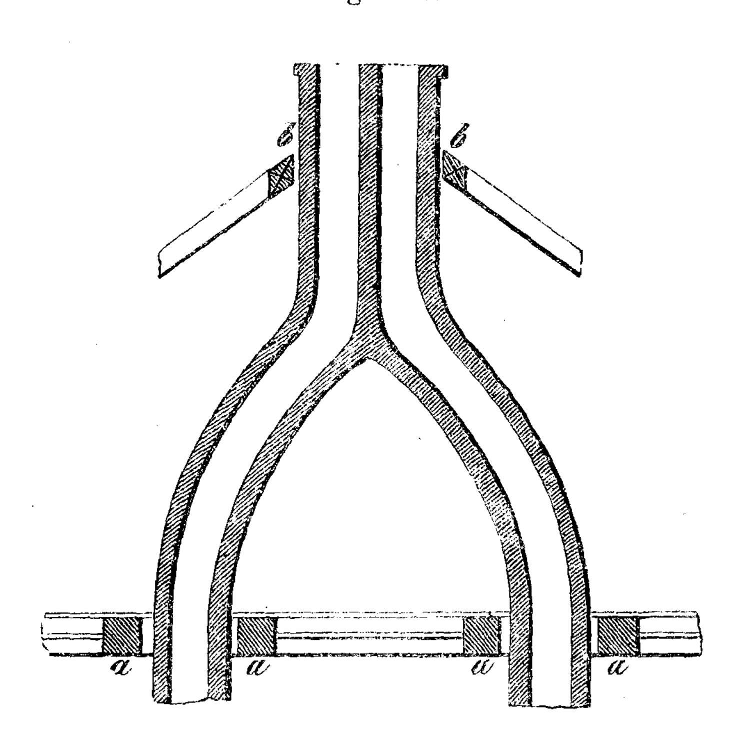


Fig. 491 zeigt einen Grundriß, in dem vier Schornsteinröhren nebeneinander liegen, um quer über den daselbst befindlichen Corridor herübergewölbt zu werden. Sollte in diesem Falle in einem der Röhrkasten eine Röhre weniger sein, als in dem andern, so muß man

Fig. 491.

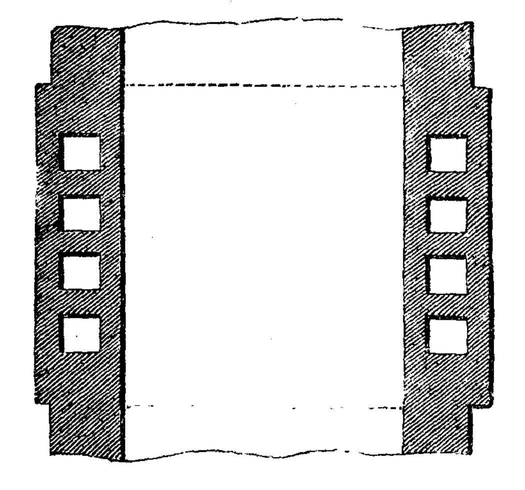
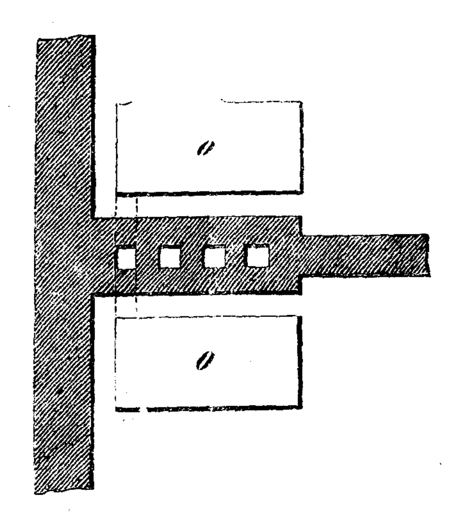


Fig. 492.

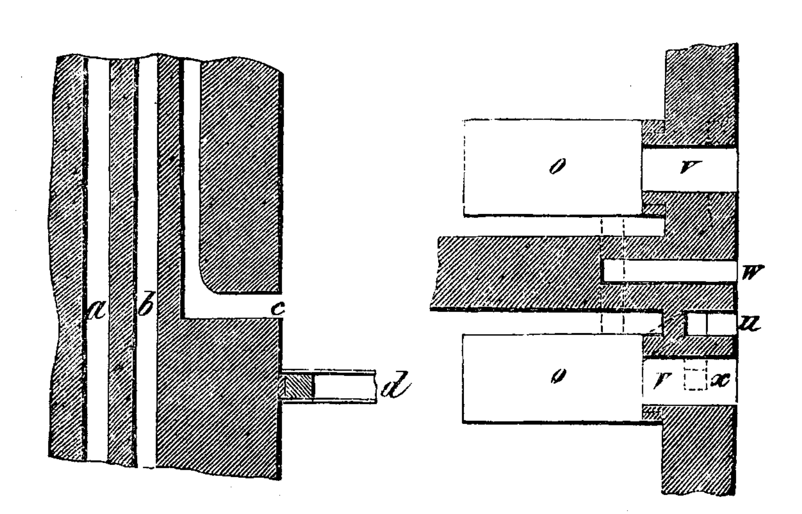


eine sogenannte blinde Röhre aufführen, um die Wölbung in gleicher Breite von beiden Seiten vollführen zu können.

Fig. 492 zeigt die gewöhnliche Lage enger Röhren aus mehreren Stockwerken nebeneinander in einer Quermauer, und die Oefen o o der anstoßenden Zimmer, aus welchen die Rauchröhren nach einem der Schornsteine geleitet werden, da hier die Oefen von innen zu heizen angenommen sind.

In Fig. 493 sieht man den Durchschnitt, und in Fig. 494 den Grundriß für den Fall, daß zwei Stubenöfen, bei engen Rauchröhren, von Außen geheizt werden. Es werden in diesem Falle kleine Hälse v durch die Mauer gelegt, durch welche man das Feuer in die Oefen einlegt; diese sind gewöhnlich $^{1}/_{3}{}^{m}$ im Quadrat groß. Ist die Mauer sehr dick, folglich der Hals sehr lang, so müssen sie verhältnißmäßig weiter angelegt werden, weil das Einlegen des Holzes in den Ofen sonst nicht stattfinden kann. Vor der Oeffnung des Halses wird eine eiserne Thür mit Zarge eingesetzt, welche noch eine kleine runde Oeffnung zum Einströmen der kalten Luft in das Feuer hat (wie bei gewöhnlichen Windöfen).

Fig. 493. Fig. 494.



Befindet sich über diesem Stockwerke noch eins oder mehrere, so werden die Rauchröhren, wie x, in die Quermauer nach der Richtung w hineingezogen, damit nicht etwa eine Rauchröhre durch ein Einheizloch schneide. Man kann sie auch seitwärts nach u verlegen.

Fig. 493 zeigt 2 senkrecht weiter nach unten gehende Röhren a b und eine dritte c, welche über dem bei b angegebenen Gebälk endigt, und wo bei c die eiserne Thür befindlich ist, aus welcher man den Ruß herausnimmt, wenn die Röhre gefegt worden ist.

Es ist gewöhnlich der Fall, daß man die Zimmer von innen heizt, und daß die Röhren bis an das unterste Geschoß, in den Keller oder auch in das Erdgeschoß hinunterreichen, um das Reinigen derselben nicht in den Zimmern oder in den Hausfluren vornehmen zu müssen, weil es nicht zu vermeiden ist, daß dabei nicht Ruß herumfliege. In diesem Falle gehen also die Röhren weit tiefer hinunter, als die Raucheinströmung der Oefen in dem nächstoberen Stockwerke geschieht, und es muß daher die Röhre unten stets geschlossen sein, damit der Zug nicht nach unten, anstatt nach oben geht. Weite Röhren, die nach unten hinunter geführt sind, müssen möglichst dicht unter der Rauchеinführung durch einen Schieber abgeschlossen werden.

In Fig. 495 u. 496 ist ein besonderer Fall vorgestellt, der jedoch ziemlich häufig vorkommt. Wenn man nämlich bei engen Schornsteinen die Oefen von außen heizt, so ereignet es sich fast immer, daß Rauch durch die Heizthür bei a dringt, welche am Ende der Heizöffnung b liegt, weil der Rauch keinen andern Ausweg hat, wenn er von der Gewalt des Windes zurückgestoßen wird. Hierdurch wird der ganze Raum um die Heizthür herum schwarz.

Fig. 495. Fig. 496.

Um diesem Uebelstande vorzubeugen, lege man oben in der Heiz öffnung b einen gemauerten Kanal c d so an, daß er den Rauch i den Ofen selbst zurückführt, und zwar in der Nähe der im Ofen be findlichen Rauchröhre e, wird 16^{zm} im Quadrat groß gemacht. Durc dies einfache Mittel vermeidet man in diesen Fällen das Einrauchen i die Hausflure und Corridors, welches dieselben schwärzt und imme unangenehm ist.

§. 65.

Um das Einrauchen der Schornsteine überhaupt zu verhindern, gelten folgende Grundsätze:

1) Muß jedes offene Feuer, Herd= und Kaminfeuer, eine besondere Schornsteinröhre bis zum Dach hinaus erhalten.

Wären demnach in 3 Stockwerken übereinander Küchen angelegt, so muß jede ihr besonderes Rauchrohr erhalten, und wo sie im Dache einen gemeinschaftlichen Schornsteinkasten bilden, müssen die Röhren, jede für sich besonders, durch Zungen geschieden bleiben.

Aus demselben Grunde darf man nie eine Rauchröhre in die andere hineinleiten, weil sonst unter allen Umständen Rauch entstehen wird.

Am sichersten würde alles Einrauchen vermieden, wenn **jeder Ofen** auch seine eigene geschlossene Rauchröhre hätte, welches aber sehr viele Röhren bedingt, weshalb es meistens unterbleibt.

2) Bei geschlossenen Feuerungen kann man mehrere Oefen in demselben Stockwerk in ein Rohr leiten, nur müssen die Reinigungsöffnungen und alle diejenigen Oefen, welche zu einem Rohr gehören und in denen nicht geheizt wird, vollständig geschlossen sein, damit nicht Nebenluft zu dem Schornstein strömt, wodurch der Rauch abgekühlt oder zurückgedrängt wird und Einrauchen entstehen kann. In ein enges geschlossenes Rohr von 16 zm Quadrat kann man 3 Stubenöfen einleiten; wenn jedoch in allen 3 Oefen zugleich Feuer angemacht wird, wodurch sich viel Qualm entwickelt, der durch die kalten Schornsteinwände noch mehr abgekühlt wird, so kann es einrauchen, sonst findet ein guter, lebhafter Zug statt. In einen weiten Schornstein von 47 zm Quadrat würde man 27 Stubenöfen einleiten können, da er neunmal so groß, wie ein enges Rohr ist. Der Zug darin ist aber nicht so stark wie in russischen Röhren.

Feuerungen aus verschiedenen Stockwerken in ein Rohr zu leiten, ist unter allen Umständen verwerflich, da es bei derartigen Anlagen leicht vorkommt, daß es in Räumen raucht, in denen gar nicht gefeuert wird.

3) Gehen aber mehrere Oefen eines Stockwerks in ein und dasselbe enge Rohr, so muß man nichts desto weniger darauf sehen, daß die eisernen Röhren, aus denen der Rauch der Oefen in den Schornsteiu tritt, einander nicht unmittelbar entgegen stehen, weil sonst der Rauch des einen Ofens, welcher stärker brennt, leicht den gegenüber

herauskommenden schwächeren Rauch zurückdrängt. Die eisernen Rauchröhren müssen deshalb nicht wagerecht (wie gewöhnlich), sondern etwas *schräg* und in einiger Entfernung übereinander eingelegt werden.

4) Für jeden einzelnen Ofen rechnet man 80 □ ^{zm} der Grundfläche der Röhre. Ist demnach eine Röhre 16^{zm} im □ groß, so hält sie 256 □^{zm} und $^{256}/_{80} = 3$, giebt 3 Oefen, für welche sie ausreicht, *die aber in einem und demselben Stockwerke* stehen. Ist eine Röhre 20^{zm} im □, so sind dies $20 \times 20 = 400$ und $^{400}/_{80} = 5$ Oefen, welche in eine solche Röhre geführt werden können, welches aber wohl nie vorkommt, da höchstens 4 Zimmer mit ihren Ecken zusammenstoßen können, und in diesem Falle würde eine Röhre von 16^{zm} Breite, 20^{zm} Länge = 320 □ ^{zm} ausreichen zu 4 Oefen.

5) Weite und enge Röhren dürfen nie unter einem flacheren Winkel als 45° gezogen, und auch nicht anders zusammengewölbt werden.

6) Enge Röhren, in welche starke Feuerungen gehen, in welche also viel Rauch einströmt, wie bei verdeckten Herden, Braupfannen, Branntweinblasen, kleinen Dampfkesseln ꝛc., müssen immer *allein* zum Dache hinausgeführt werden, und dürfen *nie* Ofenheizungen hineingeleitet werden, weil sonst alle Oefen einrauchen.

7) *Jede Röhre und auch jeder Röhrenkasten muß mindestens 30—60^{zm} hoch über die Dachfirst hinausgeführt werden*, welches unter keiner Bedingung zu versäumen ist.

8) Röhren oder Röhrenkasten, welche an der Seite des Daches herauskommen, wenn man sie auch bis über die First hinaufführt, rauchen um so leichter ein, je höher sie in freier Luft stehen, weil die äußere Temperatur auf sie alsdann viel mehr einwirken kann, als wenn sie im *Dachraume* selbst bis an den Forst geleitet werden. Man muß also die Röhren, welche nicht in der Mitte des Hauses liegen, durch Ziehen auf massiven Mauern, oder durch Ziehen auf Wölbungen oder untergelegten eisernen Stangen, oder durch Zusammenwölben im Bogen immer so zu leiten suchen, daß sie entweder in der Mitte des Forstes herauskommen, oder daß die eine Fläche der Röhre den Forst berührt. Bei steilen Dächern macht dies zuweilen Schwierigkeiten, bei flachen Dächern dagegen gar keine, weil bei diesen die Röhren herauskommen können wo sie wollen, indem sie dann nur wenig Erhöhung bedürfen, um bis über den Forst zu stehen.

9) Man muß darauf sehen, immer so viel Röhren wie möglich in einem Kasten zu vereinigen, weil dadurch weniger Durchbrechungen

der Dachfläche entstehen, wodurch Einregnungen vermieden werden und die Röhren wärmer liegen.

10) In jedem neugebauten Hause rauchen alle weiten und engen Röhren so lange ein, bis sie ausgetrocknet sind, worauf zu achten ist, ehe man vielleicht Abänderungen mit ihnen vornimmt.

11) Um den Druck einer nebligen Luft, oder den Stoß des Windes, oder die Sonnenstrahlen abzuhalten, kann man erforderlichen Falles Kappen auf die Schornsteine so setzen, daß der Rauch gegen Nord und Süd abziehen kann, weil aus diesen Weltgegenden die wenigsten und schwächsten Winde wehen.

12) Je länger ein Schornstein ist, um so weniger raucht er ein, je kürzer, um so eher, deswegen rauchen die Feuerungen einstöckiger Häuser leichter ein, als solcher, die zwei und mehrere Stockwerke haben.

13) Je weiter ein Schornstein ist, um so eher raucht er ein, die größte übliche Weite ist (außer für Dampfschornsteine 2c.) 46^{zm} im Quadrat, die geringste 16^{zm} im Quadrat.

14) Eine senkrecht in die Höhe steigende Rauchröhre ist die kürzeste, wird folglich am leichtesten von dem Rauche erwärmt und zieht demnach am besten; zugleich ist sie die leichteste und auch die wohlfeilste.

15) Wenn man Stubenofenröhren unter den Rauchmantel eines Küchenschornsteines leitet, so werden dergleichen Oefen immer einrauchen. Heizt man sie von Stuben aus, so schlägt der Rauch in die Stube, heizt man sie von der Küche aus, so schlägt der Rauch in die Küche. Es müssen also Stubenöfen immer ihre besonderen, geschlossenen Rauchröhren haben.

16) Ebenso ist es fehlerhaft, den Rauch von Stubenöfen in ein offenes Küchenrohr aus einer von unten heraufkommenden Feuerung zu leiten, weil in diesem Falle der Ofen immer einrauchen wird.

§. 66. Dunströhren.

Sie dienen nicht zur Abführung des Rauches, sondern zur Abführung der Dämpfe in Küchen, Waschhäusern, Brauereien 2c. Wo eine offene Feuerung und damit verbundene Rauchmäntel und Schornsteine vorhanden sind, bedarf man der Dunströhren nicht, da die offenen Küchenschornsteine auch den Dampf gleichzeitig abführen. Wo aber geschlossene Feuerungen vorhanden sind, wie in Brauküchen, bei verdeckten Herden in Küchen, ist es nothwendig, den Dampf zu entfernen; alsdann macht man entweder hölzerne Qualmfänge, setzt

hölzerne Röhren darauf und leitet die Dämpfe zum Dache hinaus, oder man legt gemauerte Röhren ganz in Form der weiten Schornsteine an, um den Dampf zu entfernen. Besonders wird dies nothwendig in Küchen mit sogenannten verdeckten Herden. Solche Dunströhren werden, wenn sie gemauert sind, ganz denselben Gesetzen folgen, welche wir bei den Schornsteinen erwähnt haben, und folgt auch der Dampf ganz denselben Gesetzen, wie der Rauch, weshalb hier ganz dasselbe gilt.

Man legt auch zuweilen Luftröhren an, um aus Kellern, Abtritten oder mitten im Hause liegenden Räumen die schlechte Luft fortzuschaffen. Auch diese Luftröhren folgen denselben Gesetzen, man braucht sie aber nicht weiter zu machen als 16—21^{zm} im Quadrat, und es ist sehr gut, wenn man sie an einen Rauchschornstein anlehnen, oder noch besser zwischen zwei Rauchschornsteine legen kann, weil die Erwärmung, welche sie durch die Rauchschornsteine erhalten, den Luftstrom in ihnen befördert. Geeigneten Falles erzeugt man eine sehr gute Ventilation eines derartigen Dunstrohres, wenn man eine Gasflamme darin brennen läßt.

Für gewöhnliche Küchen mit Kochmaschinen legt man am besten ein weites Rohr sowohl für den Rauch als den Dunst an. Unter dem höchsten Punkte des Dunstmantels befindet sich die Dunstklappe von ca. 40^{zm} im Quadrat, welche auch dem Schornsteinfeger zum Ein- und Aussteigen dient. Das verdeckte Feuer des Herdes wird mittelst eines 16^{zm} weiten Thonrohrs bis über die Dunstklappe in einer Ecke des weiten Rohrs hinaufgeführt. So wird der Dunst durch den starken Zug des Feuers mitgerissen und durch die Hitze als Wasserdampf erhalten. In kalten Dunstzügen condensirt sich der Wasserdampf an den Wänden und tropft als Wasser herunter, anstatt abzuziehen.

§. 67.

Allgemeines über Dampf- und andere Kesselanlagen.

1) Dampfkesselanlagen.

Zur Erzeugung einer Pferdekraft sind im Allgemeinen 1,5 □^{m} Heizfläche erforderlich.

Das Verhältniß des Dampfraumes zum Wasserquantum ist von oberhalb des Kessels sammt Blechstärke gemessen für den mittleren Wasserstand bei einem Kessel von

0,6^{m}	Durchmesser	18^{zm}.	$1^1/_4{}^{m}$	Durchmesser	32^{zm}.
1^{m}	„	25^{zm}.	$1^1/_2{}^{m}$	„	39^{zm}.

Die Rostgröße gleich $^1/_{11}$ der vom Feuer berührten Heizfläche. Breite des Rostes gleich $^2/_3$ des Kesseldurchmessers.

Die Stärke der Roststäbe bei einer Länge von 0,5—1,5^{m}, 2—3^{zm} ohne Ansätze. Die Fugen für Steinkohlen 1^{zm}, bei staubigen Kohlen und Holzfeuerung $^1/_2$^{zm}.

Die tiefste Stelle des Rostes vom Kessel auf 0,4^{m} Rostlänge beträgt für Steinkohlen, Braunkohlen, Holz und Coaks 0,3^{m} und von da ab bis auf 1,2^{m} Rostlänge auf je 16^{zm} Verlängerung 2$^1/_2$^{zm} mehr, für Torffeuerung 0,4^{m} und auf je 10^{zm} Verlängerung 2$^1/_2$^{zm} mehr.

Die Heizthür ist bei 0,2□^{m} Rostfläche 20^{zm} hoch, und erhält auf jeden 0,1□^{zm} 1^{zm} Höhe mehr. Breite der Heizthür = der 1$^1/_2$fachen Höhe.

Die luftzuführenden Canäle erhalten pro 0,1□^{m} Heizfläche 6□^{zm} Querschnitt.

Die Brückenöffnung = dem siebenten Theile der Rostfläche.

Der Hauptsteuerkanal 1$^1/_2$mal so weit als die Brückenöffnung.

Die Querkanäle und kurze Wendungen müssen doppelt so groß als die Seitenzüge angelegt werden.

Die Seitenzüge erhalten zusammen den siebenten Theil der Rostfläche zum Querschnitt.

Das Flammrohr soll den fünften Theil der Rostfläche erhalten.

Die Reinigungsöffnungen, die Stirnmauer und die Aschgrube sind unwesentlich.

Der Schornstein wird nach nachstehender Tabelle bestimmt:

Rostfläche in Quadratmeter	Länge der Züge in laufd. Meter	Schornstein		
		Höhe in steig. Metern	am Fundamente lichte Weite in Zentimetern	
			Quadrat	Durchmesser
0,5	7,8	9,7	31	35,2
1	15,6	19,1	38	38,4
2	31,1	23,1	47	52,8
3	46,7	29,1	60	68
4	62,2	32,8	68	76,3
5	77,8	35,1	80	91,4
6	93,4	39,1	90	102,9
7	109	4,1	94	105,8
8	124,4	42,7	100	112,4
9	140	43,2	105	118,2
10	155,6	44,8	107	21,5

Die lichte Weite des Schornsteins wird nach oben für jede 1^{m} Höhe um 1^{zm} ringsum erweitert.

2) Kessel für Bleichereien, Spinnereien ꝛc.

Im Allgemeinen lassen sich die meisten der obigen Regeln auch hier anwenden, nur Einiges ändert sich wegen der veränderten Form der Kessel.

Der Fuchs oder die Stelle, wodurch die Wärme von unten nach den Seitenzügen tritt, muß die ganze Breite des Rostes und an Querschnitt $^{1}/_{5}$ der Quadratfläche desselben erhalten.

Die Seitenzüge dürfen am runden Kessel an der engsten Stelle nicht weiter sein als $3-5^{zm}$.

Der Abzugskanal darf nicht weniger als $^{1}/_{5}$ der Rostfläche als Querschnitt erhalten und wird auf je 3^{m} um 2^{zm} erweitert.

§. 68.

Anlage einer Branntweinblasenfeuerung.

Fig. 472 zeigt die Lage des Rostes b, welcher gewöhnlich von geschmiedetem Eisen gemacht wird, sonst aber auch von gebrannten Roststeinen gefertigt werden kann.

Die Größe des Rostes ist verschieden. Bei Holzbrand:

Zu einer	2	Scheffelblase	62^{zm}	lang,	47^{zm}	breit.
=	$1^{1}/_{2}$	=	47^{zm}	=	47^{zm}	=
=	1	=	47^{zm}	=	31^{zm}	=

Zum Torfbrande:

Zu einer	2	Scheffelblase	62^{zm}	lang,	62^{zm}	breit.
=	$1^{1}/_{2}$	=	62^{zm}	=	47^{zm}	=
=	1	=	47^{zm}	=	47^{zm}	=

und so auf und ab.

Den Aschenfall (Fig. 500) a unter dem Roste, welcher in der Länge und Breite mit demselben gleich ist, macht man, wenn es die Umstände erlauben, gern 47^{zm}, wenigstens aber 31^{zm} hoch, weil die Thüre des Aschenfalles unter der Einheizthür noch überwölbt sein muß, und sonst die Aschenthür zu niedrig werden würde.

Von dem Roste b (Fig. 499) erheben sich 4 stufenartige, gemauerte Erhöhungen cc (auch im Durchschnitt Fig. 497 zu sehen), welche aus 4 Schichten Steine übereinander die Höhe des Herdes, oder vielmehr die Entfernung des Bodens der Blase vom Roste an, bestimmen, welche bei Holzbrand 39^{zm}, bei Torf- oder Steinkohlenbrand

aber nur auf 31 zm hoch angenommen wird. Auf der obersten dieser runden Stufen ruht die Blase, und da dieselbe nur etwa 5 zm mit ihrem Boden aufruhen muß, der Boden derselben aber von ihren Seiten an sich etwas rundet, also mit den Seiten keine scharfe Kante bildet, so richtet sich hiernach, und nach der zu erhaltenden Höhe des Herdes, der innere Durchmesser der obersten Stufe.

Die Steine zur Anfertigung eines solchen Herdes, vorzüglich aber die zur obersten Stufe, müssen vorzüglich gut und feuerfest sein (Chamotsteine), weil, wenn letztere leicht ausbrennen, das Feuer in den Kanal steigen würde, ohne den ihm vorgeschriebenen Gang zu nehmen. Zu mehrerer Vorsicht, daß das Feuer, wenn ja die Fugen da, wo die Blase aufsteht, etwas ausbrennen sollten, nicht in den Kanal kommen könne, drückt man Dachziegel in steifen Lehm in den Kanal Fig. 497 bei d herum, streicht den Bogen des Kanals mit

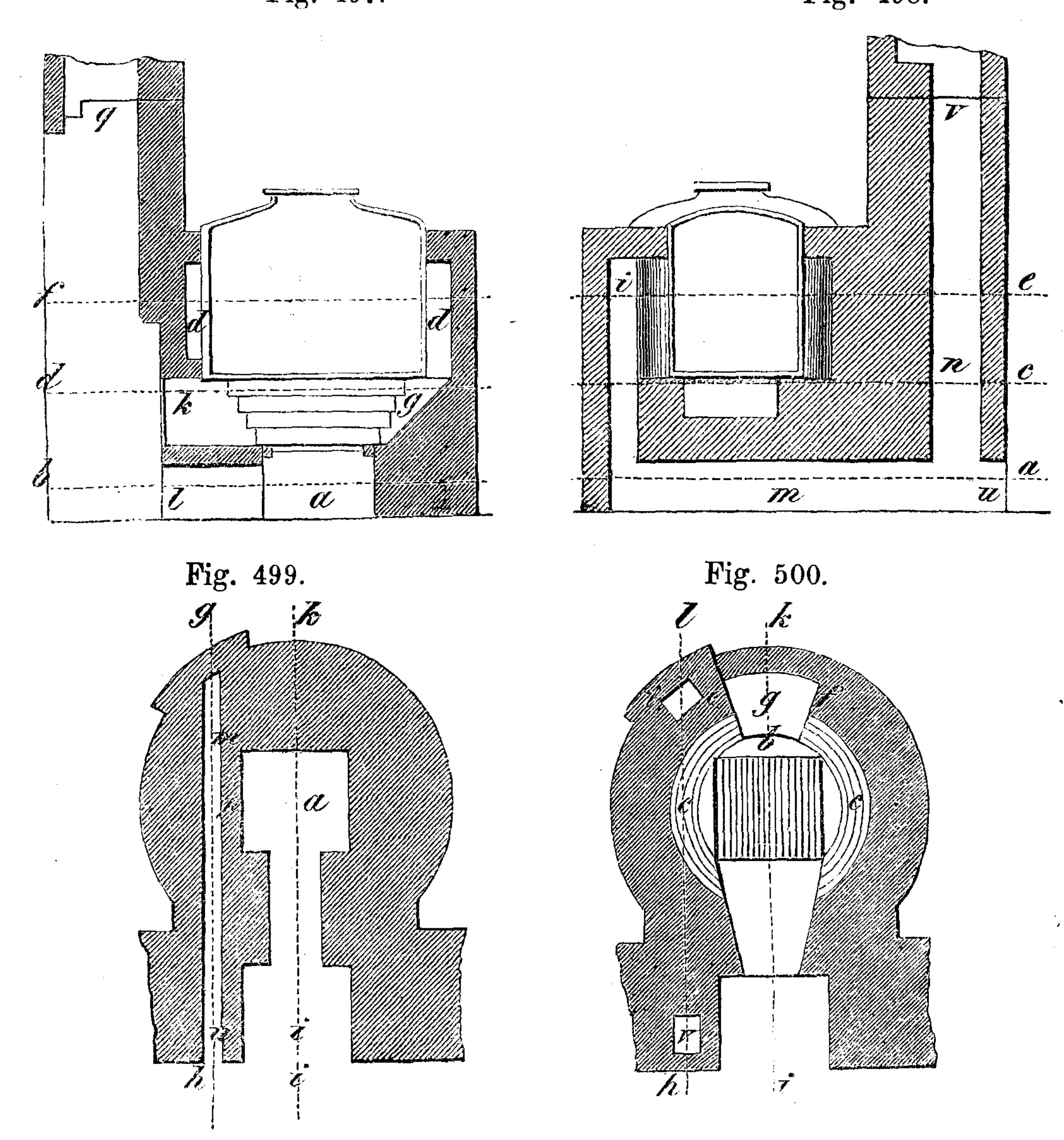


Fig. 497. Fig. 498. Fig. 499. Fig. 500.

einem Pinsel und weichem Lehm recht glatt, glättet auch wohl mit der Hand noch etwas nach.

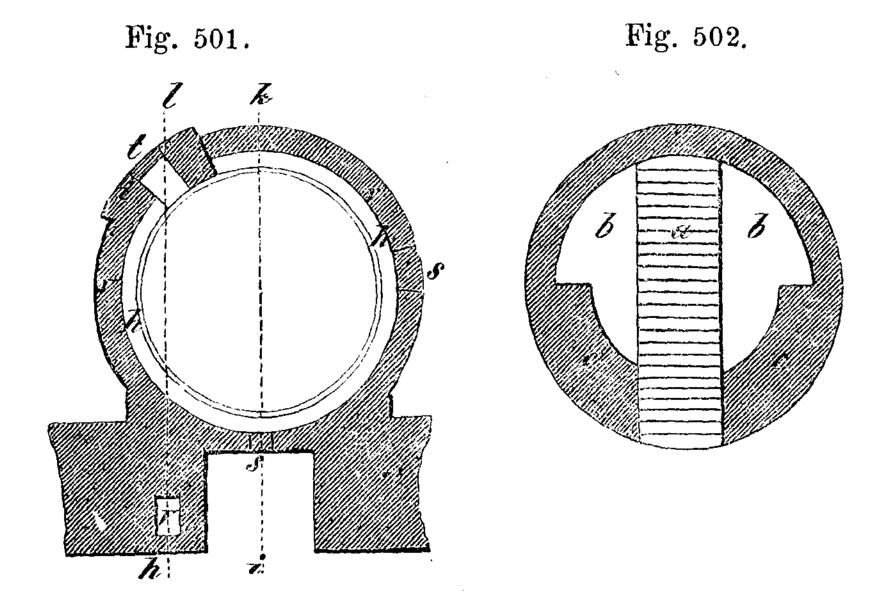


Fig. 501. Fig. 502.

(Anmerkung. Es muß hier ein für allemal bemerkt werden, daß diese und alle noch folgenden Heizungsanlagen in Lehm oder in Chamotmörtel und nicht in Kalk gemauert werden.)

Wenn nun Fig. 497 während der Feuerung die Einheizthür k verschlossen, und die Aschenfallthür offen gehalten wird, so dringt das Feuer vom Herde in die Oeffnung g (siehe Fig. 497 und 499), woselbst es nach Fig 501 in den Kanal h tritt, in demselben um die ganze Blase läuft, bis solches (Fig. 501) bei i ankommt; daselbst fällt es (Fig. 497 und 499) in den Kanal i senkrecht hinab, läuft unter dem Herde (Fig. 498, auch Fig. 499) in den Kanal m, nach vorn, steigt durch den Kanal n (Fig. 498) wiederum senkrecht in die Höhe und so in den bei v mit einem Schieber schließbaren Schornstein.

Die Oeffnung g (Fig. 499) muß zwischen den Ecken ef der obersten Stufe ein Dritttheil des Durchmessers der Blase breit sein.

Der Kanal h (Fig. 501) um die Blase herum, darf bei Holzfeuerung nur 8^{zm}, bei Torffeuerung 10^{zm} und bei Steinkohlenfeuerung 13^{zm} sein; seine Höhe ist aus Fig. 497 und 498 zu ersehen, und richtet sich nach der Höhe der Blase.

Die Oeffnung g (Fig. 497 und 499) kommt dem Heizloche gerade gegenüber, und der senkrecht abfallende Kanal i dicht neben dieselbe; der Pfeiler e aber (Fig. 499), welcher den Kanal in zwei gleiche Theile theilt, muß seine Stelle so erhalten, daß der wagerechte Kanal m (Fig. 499) von dem senkrechten Kanal i an, nach vorn, möglichst gerade

gehen kann, und dessen ungeachtet die gemauerte Wange p (Fig. 500) wenigstens noch 13 zm stark bleibt.

Den senkrechten Kanal i macht man etwa 15 zm breit und 13 zm weit, und wenn der Kanal h um die Blase herum nicht eben die Breite von 13 zm hat, so wird behufs des Kanals i ein Pfeiler gegen die Blase gemauert, wie in der Nähe von i (Fig. 499—501) zu sehen ist. Den Kanälen m und n (Fig. 498 und 500) giebt man gewöhnlich 15 zm Breite und 21 zm Höhe; auch werden selbige bis über die Schornsteinklappe p (Fig. 497) und zwar innerhalb der Brandmauer aufgeführt.

Dem Kanal n (Fig. 498) giebt man, nach der Brennerei hinein, einen Schieber v, womit man das Feuer nach Belieben stellen kann.

Zur Reinigung aller dieser Kanäle sind die erforderlichen Oeffnungen in den Zeichnungen bemerkt; z. B. der runde Kanal wird durch die Oeffnungen ss und t in Fig. 501 gereinigt; durch die Oeffnung t kann zugleich der Kanal i (Fig. 498) und durch die Oeffnung u können die Kanäle m und n (Fig. 498 und 499) gereinigt werden. Alle diese Oeffnungen werden mit passenden eisernen Thüren oder thönernen Kapseln, oder auch wohl nur mit Mauersteinen, mit Lehm verstrichen, fest zugesetzt. Die Einheiz- und Aschenfallthüren sind am wohlfeilsten von Gußeisen, der Schieber v (Fig. 498) aber von gutem Eisenblech zu machen.

Wenn die Feuerung mit schlechten Stein- und Braunkohlen geschehen soll, das fallende Feuer aber den lebhaften Zug des Feuers hemmen sollte, so setze man auf die Zugöffnung g (Fig. 499) in die Mitte einen massiven Pfeiler, der den Zug um die Blase herum in zwei gleiche Theile theilt, lasse das Feuer zu beiden Seiten dieses Pfeilers durch zwei Oeffnungen bei g, jede 15 zm breit, in die beiden Kanäle um die Blase steigen, vereinige beide Kanäle über der Einheizöffnung in einen einzigen, und lasse diesen, ohne noch einmal nieder zu fallen, bis über die Klappe im Schornstein in die Höhe führen.

Die Ummauerung der Blase mit ihren Zügen, oder der sogenannte Blasenmantel vv (Fig. 501) wird gewöhnlich nur einen halben Stein oder 13 zm stark gemacht, und reicht gewöhnlich nur bis an den Rand der Blasendecke (siehe Fig. 497 und 498). Wer diesem Mauerwerk oberhalb, wo es aus nahe liegenden Gründen sehr leicht beschädigt werden kann, mehr Dauerhaftigkeit geben will, läßt daselbst einen eisernen Ring um den andern Blasenmantel legen.

Die äußere Bekleidung des Blasenmantels findet am besten mit grober Leinwand statt, welche nur durch das Ankleben an einen schwachen Lehmabputz befestigt wird.

Fig. 497 zeigt den Durchschnitt nach der Linie ik im Grundriß (Fig. 499).

Fig. 498 zeigt den Durchschnitt nach der Linie hg im Grundriß (Fig. 500).

Fig. 501 zeigt den Grundriß, welcher entsteht, wenn man die beiden Durchschnitte nach der Linie ef geschnitten denkt.

Fig. 499 eben so nach der Linie cd der Durchschnitte und Fig. 500 eben so nach der Linie ab der Durchschnitte.

Der Grundriß Fig. 502 zeigt eine Einrichtung der Blasenheizung, wo anstatt der stufenförmigen Mauer des Herdes zu beiden Seiten, vom Einheizloche an bis zur Hälfte des Cirkels, eine einzelne Stufe oder Kranz eingemauert ist, auf welcher die Blase mit dem Boden fest aufruht; in der hintern Hälfte erhält die Blase diese Unterstützung nicht, sondern ruht mit ihren oberen Haken auf dem gemauerten Blasenmantel, welche letztere nun dem Feuer einen freien Spielraum läßt.

Auf dem Herde, in welchem ein Rost von der Länge des ganzen Herdes, und ohngefähr halb so breit, sich befindet, ist zu beiden Seiten des Rostes eine Mauer von 27^zm hoch, rechts und links bis zum Blasenmantel aufgeführt, so daß also das Feuer hinten durch die Lücke a sowohl, als auch über die beiden Banquets bb hinweg, so weit der gemauerte Mantel cc es nicht verhindert, hinauf in den Kanal um die Blase frei spielen kann, worauf es dann über der Einheizung seinen Weg in den Schornstein nimmt.

Diese Anlage bedarf zwar nicht einer so genauen Aufsicht (damit die Blase nicht verbrenne) wie die vorher beschriebene, allein sie erfordert ungleich mehr Brennmaterial, da die Hitze nur eine Hälfte der Blase in ihrer Höhe bestreichen kann.

§. 69. Anlage der Malzdarren.

Jede Darreinrichtung besteht aus zwei Haupttheilen: der Darrfläche, eine horizontal oder geneigt liegende, mit kleinen Löchern siebartig durchbrochene Ebene, auf der das zu darrende Malz aufgeschüttet wird, und

dem Heizraume, in welchem die zum Darren nöthige Temperatur erzeugt wird.

Fig. 504.

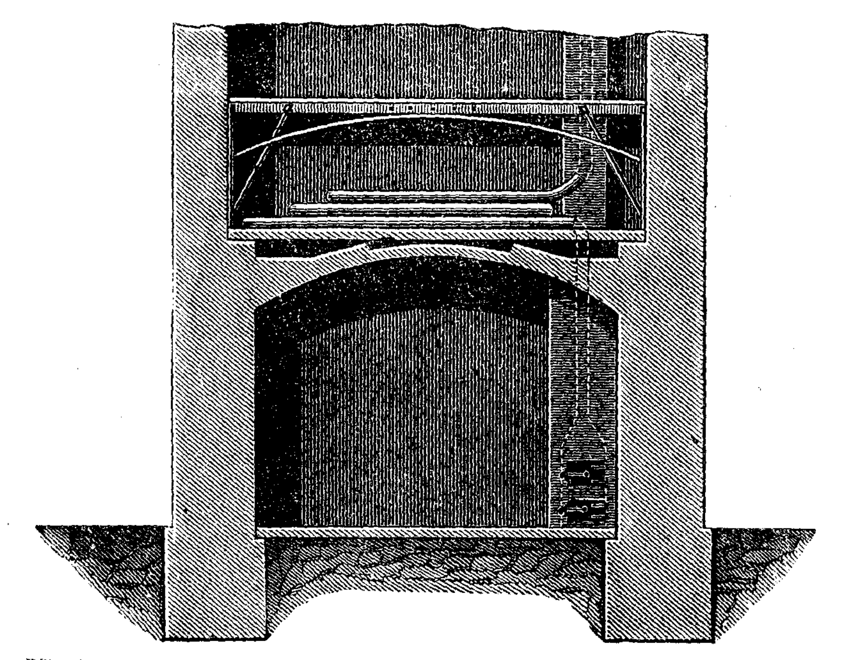


Fig. 505.

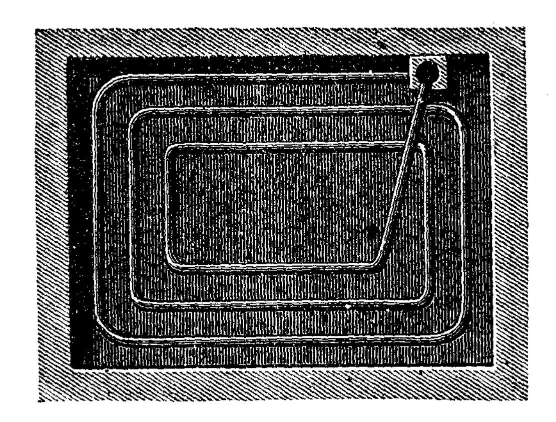


Fig. 506.

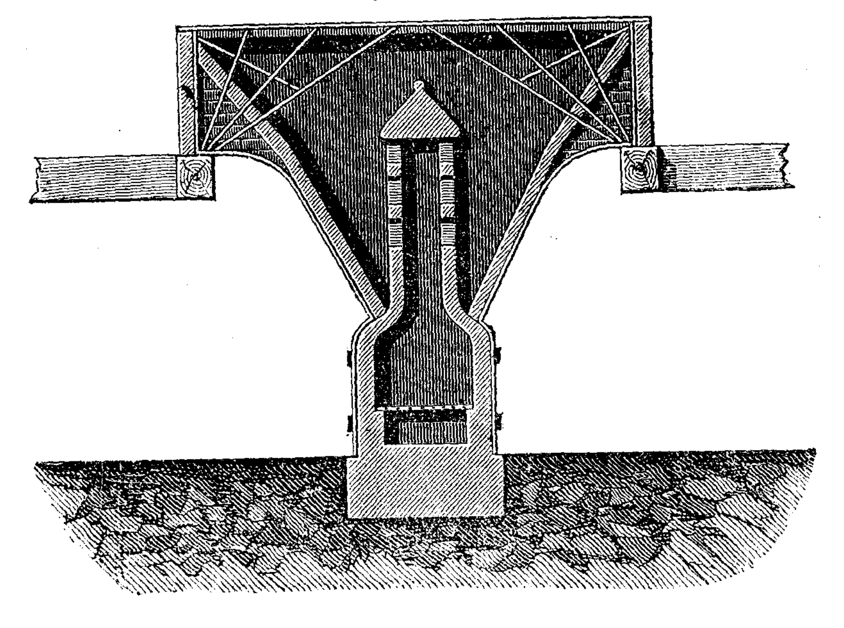


Fig. 507.

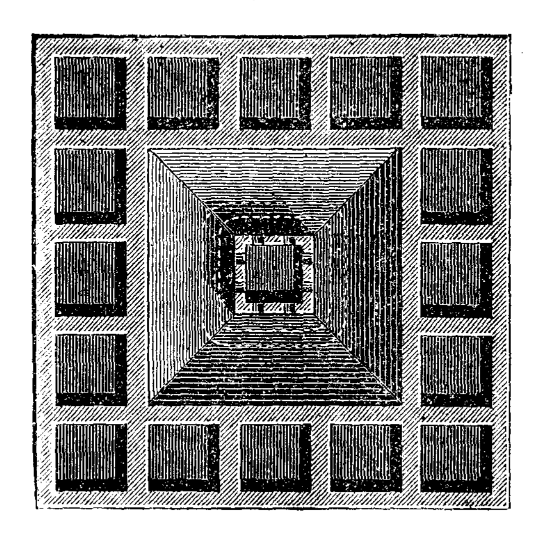
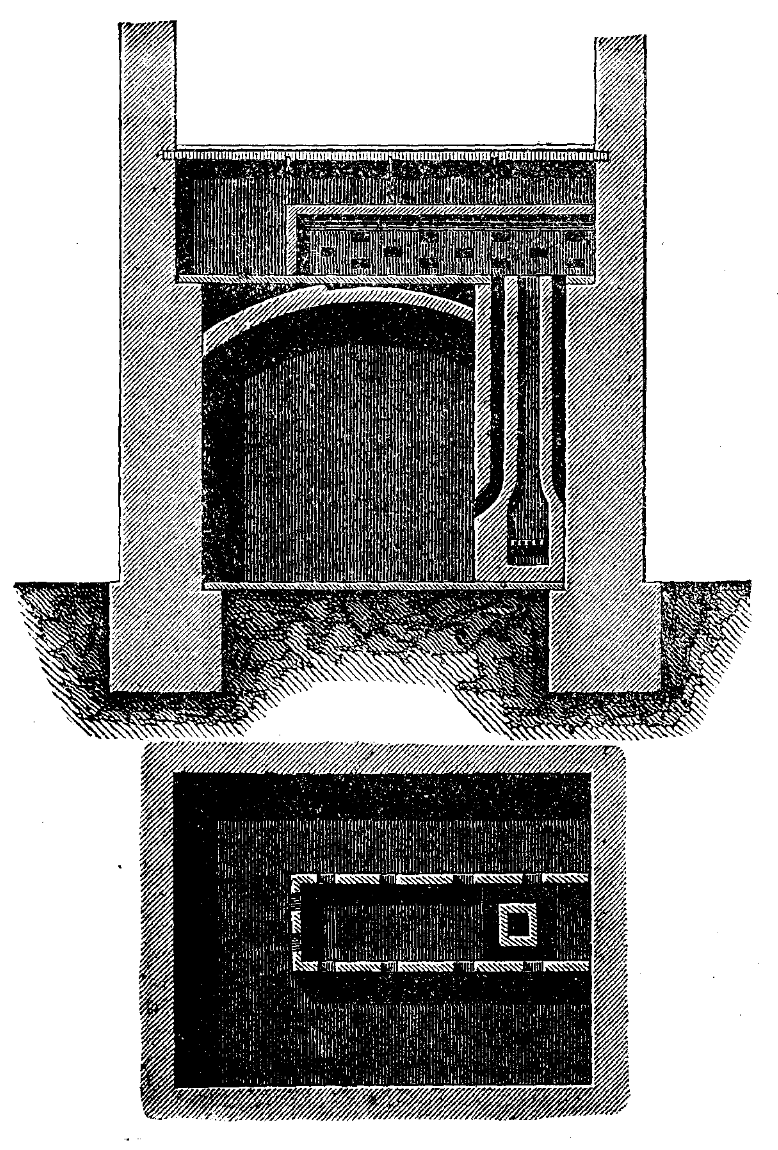


Fig. 508 u. 509.



Hinsichtlich der Art und Weise, wie die zum Austrocknen (Darren) erforderliche Luft erwärmt wird, unterscheidet man:

1) Rauchdarren,
2) Luftdarren,
3) Dampfdarren,

von denen bei Brauereien gewöhnlich die Luftdarren (sog. englische Darren) zur Anwendung kommen, deren Anlage lediglich auf dem Prinzipe der Luftheizung beruht.

In einem Raume, der mittelst eines möglichst flachen Gewölbes überdeckt ist, befindet sich ein eiserner Heizapparat, aus dem der Rauch in einen anliegenden Schornstein abgeführt wird. Ueber dem, mit einer entsprechenden Anzahl möglichst gleichmäßig vertheilter Oeffnungen, versehenen Gewölbe befindet sich in einer geringen Höhe die Darrhürde. Am Boden des Heizraumes münden Luftkanäle aus, durch welche dem Raume frische Luft von unten zugeführt wird. Diese am Boden eintretende Luft steigt in Folge ihrer Erwärmung in die Höhe und durch die Oeffnungen im Gewölbe in die Sau (Raum zwischen Gewölbe und Darrhürde), breitet sich daselbst aus und durchstreicht nun die Darrhürde und das Malz und entweicht mit der eingesogenen Feuchtigkeit durch eine schornsteinartige Abzugsröhre.

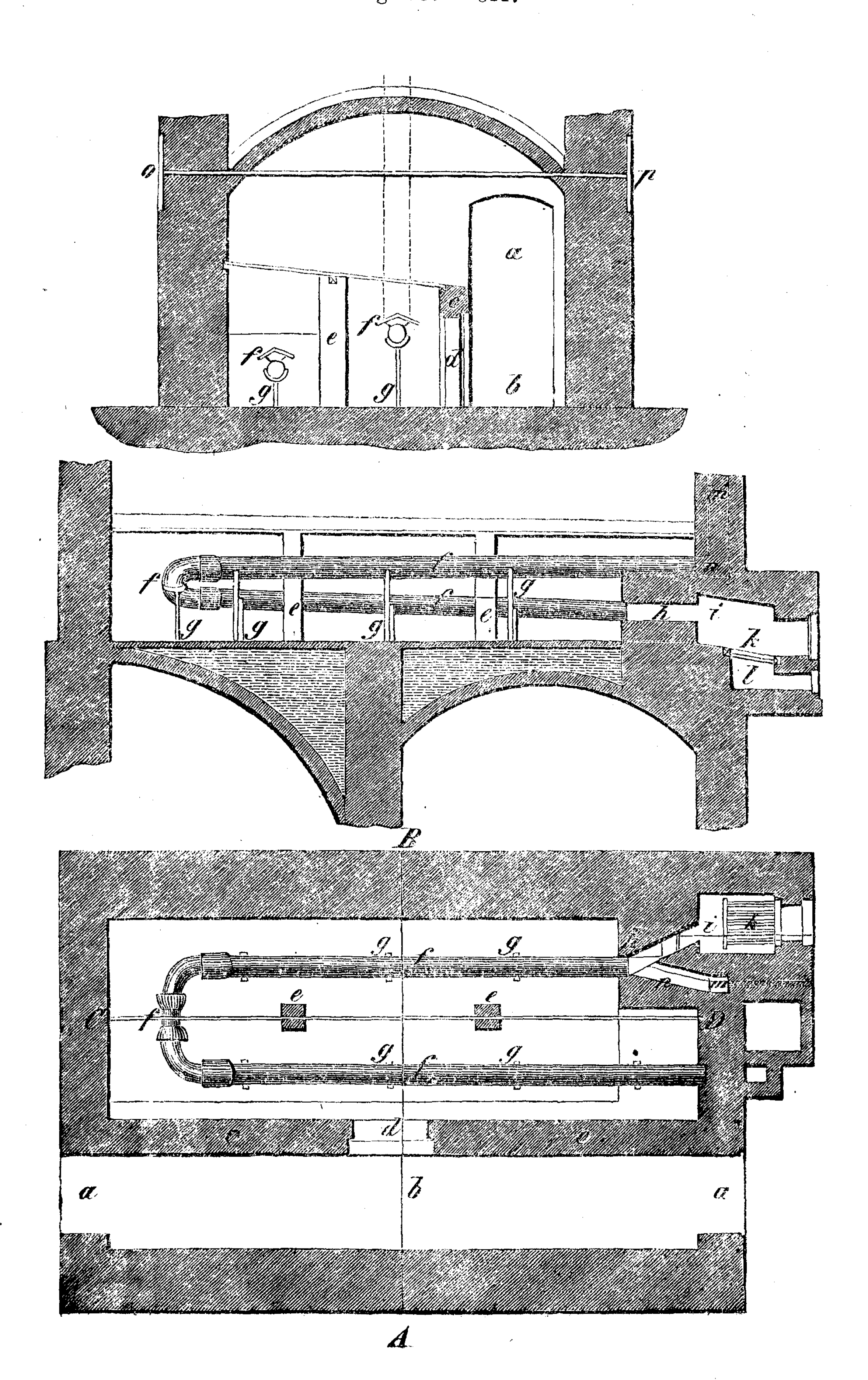
Fig. 504 und 505 zeigen im Durchschnitt und im Grundriß eine Luftdarre, bei der der Rauch aus dem Heizapparate durch ein Röhrsystem geleitet wird, das die Luft erwärmt und dann diese durch das Malz streichen läßt, die sogenannte englische Röhrendarre. Die Röhren müssen hierbei von Kupfer sein, wodurch die Darre theuer wird, doch ist diese Methode jedenfalls die beste.

Bei den Rauchdarren wird der Rauch selbst aus dem Heizapparate durch das Malz geleitet. Fig. 506 und 507 zeigt eine französische Trichterdarre. Will oder kann man keine Röhrendarre anlegen, so wird man besser thun, statt der Trichterdarre die Sandarre Fig. 508 und 509 anzulegen.

Wir geben hier noch die Anlage einer solchen Darre, wie sie zu Eldena im dortigen Brau- und Brennhause angelegt worden war. Fig. 485 zeigt den Grundriß. Fig. 484 den Längendurchschnitt nach der Linie CD des Grundrisses. Fig. 483 den Querdurchschnitt nach der Linie AB des Grundrisses.

In Fig. 485 sind aa die Thüren, welche in benachbarte Räume führten; b ist der Gang vor den Darrhürden; cc ist eine 1 Stein

Fig. 510 — 512.



starke Mauer, worauf die Drahthürden ruhen; d ist eine eiserne Thür, welche in den Raum unter den Drahthürden führt, um Reinigungen dieses Raumes vornehmen zu können; e e sind kleine, gemauerte Pfeiler, welche die Drahthürden unterstützen, da im Ganzen sechs Hürden auflagen; f f f sind eiserne gegossene Röhren, durch welche der Rauch zieht und welche durch die eisernen Gabeln g g unterstützt werden. Ueber den eisernen Röhren befinden sich kleine Abdachungen von Eisenblech, damit die bisweilen durch die Hürden fallenden Körner nicht etwa auf die eisernen Röhren selbst fallen, verbrennen und dem Malze einen schlechten Geschmack geben können. Bei n mündet der eiserne Röhrenzug in den engen Schornstein m, durch welchen der Rauch zum Dache hinausgeführt wird. Bei h dagegen sieht man die Einmündung der eisernen Röhren in den Feuerkasten oder sogenannten Wolf i. Bei k liegt der Rost und bei l das Aschenloch dieses Wolfes.

Die Buchstaben sind in allen Zeichnungen so gewählt, daß sie überall gleiche Gegenstände bezeichnen. Das Ganze ist, wie man aus Fig. 510 ersehen kann, mit einem flachen Tonnengewölbe von $1/2$ Stein Stärke geschlossen, in welches zwei Verstärkungsgurte, 1 Stein breit, 1 Stein hoch bei $4{,}5^m$ Länge des Raumes eingewölbt waren. Damit aber die Hitze nicht die Mauern und Gewölbe sprengen konnte, waren durch die genannten Verstärkungsgurte noch zwei eiserne Anker wie bei o p Fig. 510 zu sehen, gelegt worden.

Wird nun in dem Wolfe oder Feuerkasten bei i Feuer angemacht, so zieht der heiße Rauch durch die eisernen Röhren, erhitzt diese, nd die Hitze, welche diese Röhren im Darrraume verbreitet, dörrt das Malz ab. Der Rauch selbst entweicht durch den eisernen Röhrenzug in den Schornstein bei n und m.

Der höchste Punkt der Röhrleitung muß von den Darrblechen immer noch mindestens 30^{zm} weit entfernt bleiben, weil sonst das Malz von der Hitze der Röhren auf diesem Punkte anbrennen würde. Die sonstigen einzelnen Maße gehen aus der Zeichnung hervor.

Da das Gewölbe und die Umfassungsmauern hierbei nicht unmittelbar dem Feuer, sondern mehr einer feuchten Hitze ausgesetzt waren, so wurden sie in Kalk gemauert. Der Wolf dagegen und das Schornsteinrohr waren in Lehm gemauert.

§. 70. Heizungsanlagen der Braupfannen.

Die Braupfannen sind in der Regel viereckige Kästen von Kupfer,

die etwa zur halben Höhe vom Feuer umspült werden. Die Höhe beträgt 1/2 der Breite — 15 zm Bord; die Breite = 2/3 der Länge. Die größten Pfannen sind nicht über 1 m hoch. Ueber die Einmauerung der Braupfannen entnehmen wir dem Werke: „Habich, Zeichnungen für Bierbrauereien" das folgende:

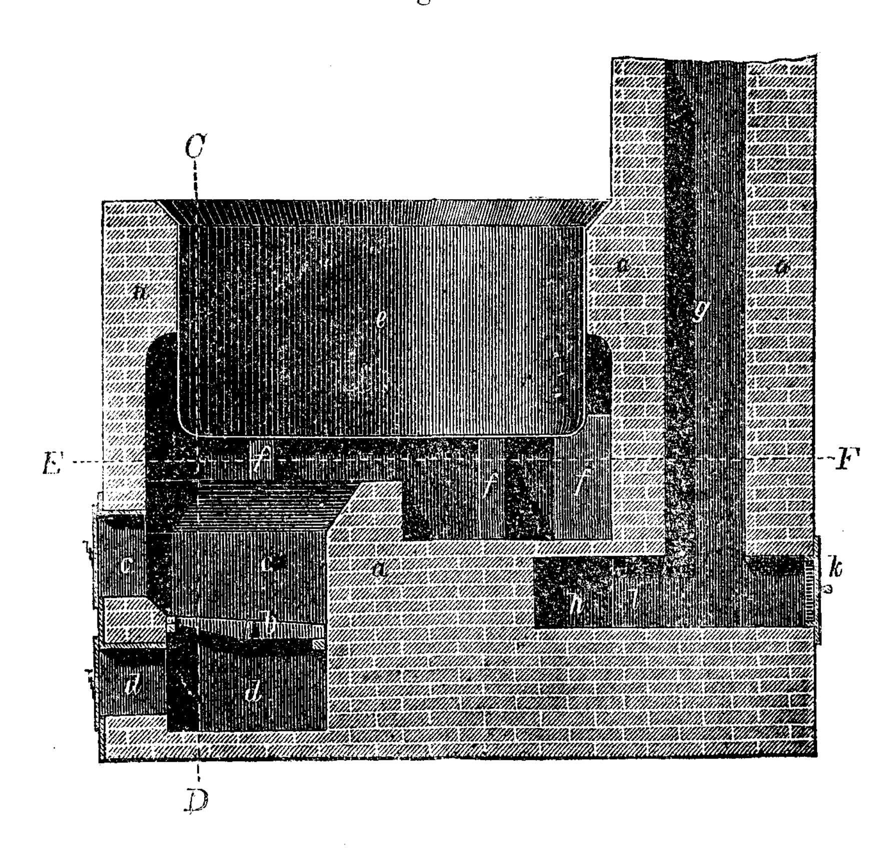
Balling's Kessel- und Pfannenfeuerung. Fig. 513 ist der Aufriß nach der Linie AB Fig. 515.

Fig. 514 der Aufriß nach der Linie CD Fig. 513 und 515.

Fig. 515 der Aufriß nach der Linie EF Fig. 513 und 514.

Gleiche Buchstaben bedeuten gleiche Theile. aa sind die von Mauerziegeln aufgeführten Seitenwände des Ofens und des Schornsteines; b der Rost aus gußeisernen Stäben; über demselben ist der sich nach oben erweiternde Feuerraum c′, unter ihm der Aschenfall d nebst Thür; c die Heizöffnung mit einer Thür verschließbar; e die viereckige Braupfanne, welche hier von gleicher Weite angenommen wurde; f Untersätze oder Postamente von Ziegeln, auf denen die Pfanne ruht; q der Schornstein; h die unteren Rauchkanäle, welche den abgekühlten Rauch durch den Hauptfuchs l in den Schornstein ableiten und, des Reinigens wegen, in den Ausgängen mit Thüren k versehen

Fig. 513.



sind; i die Oeffnungen (Füchse), durch welche der abgekühlte Rauch aus dem Feuerraume in den Rauchkanal gelangt.

Da der Zug sich immer nach den zunächst dem Schornstein gelegenen Füchsen richten wird, so müssen die Füchse in der Nähe des

Fig. 514.

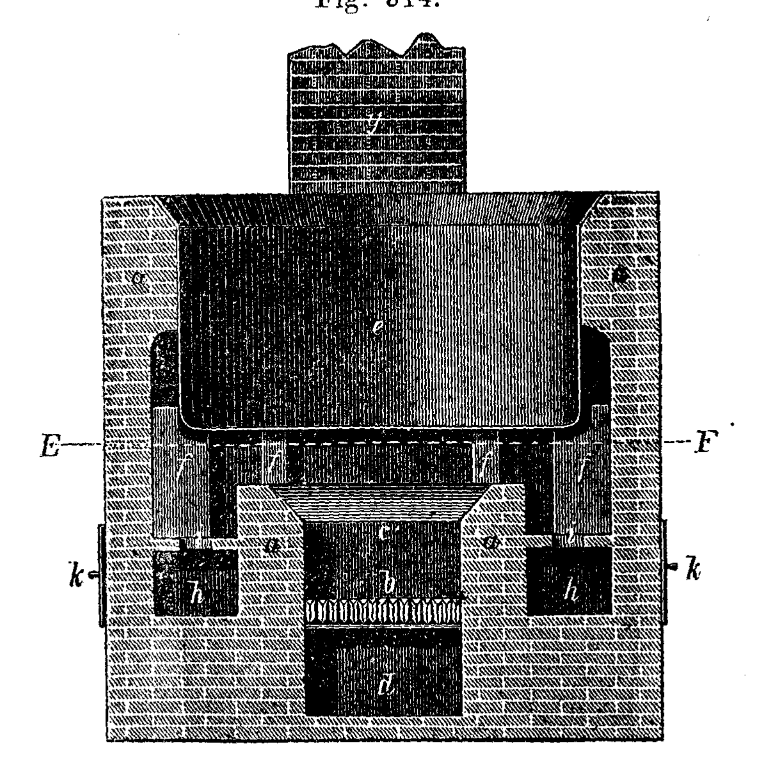


Fig. 515.

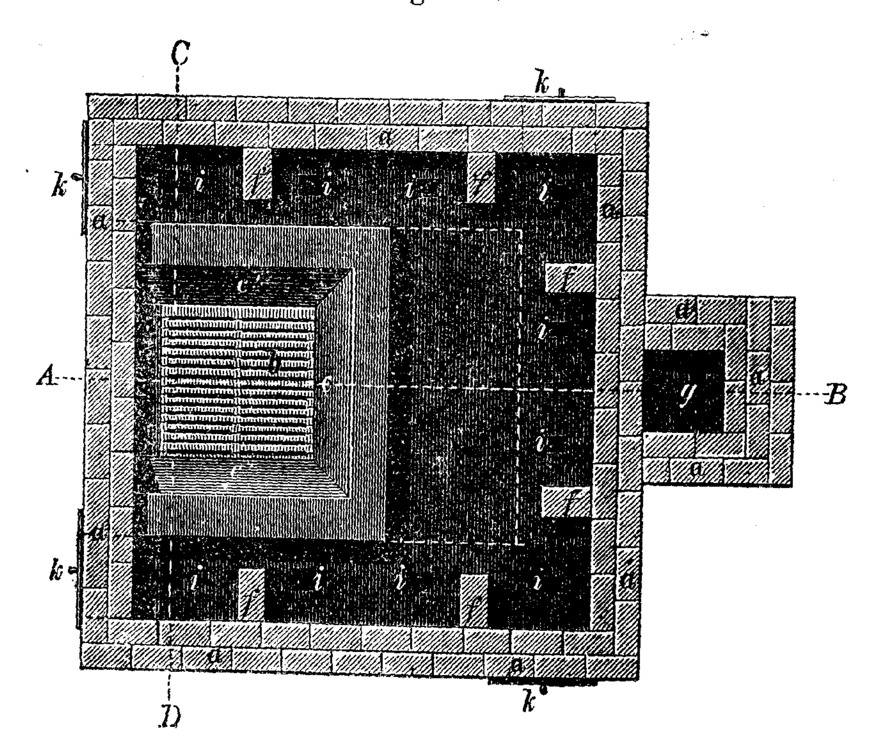
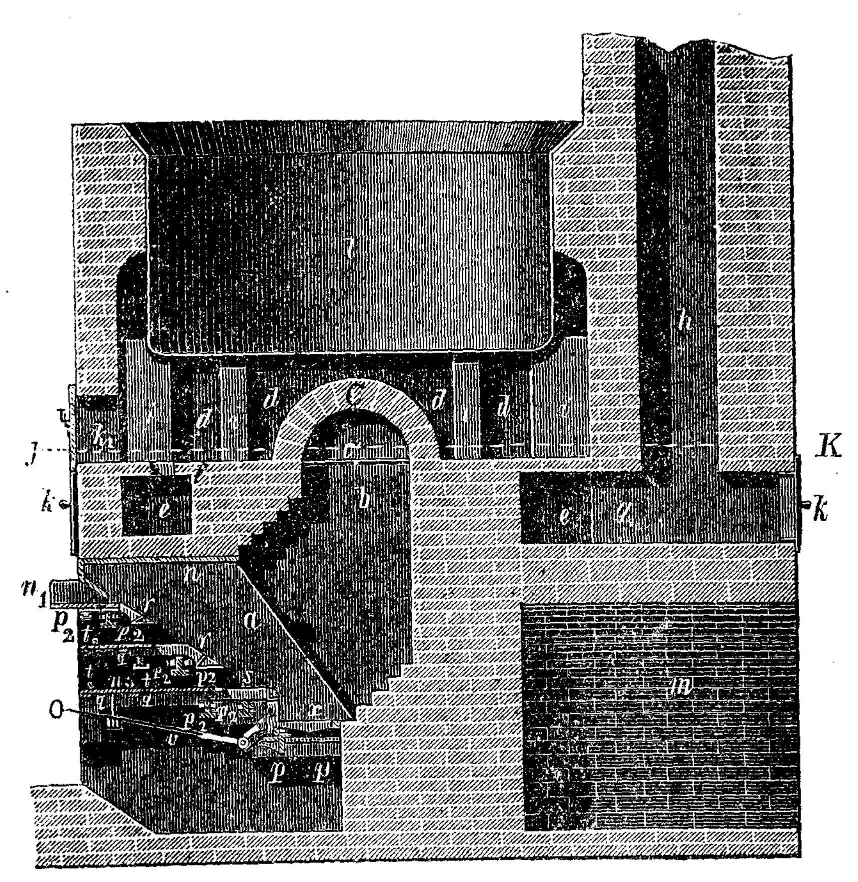


Fig. 516.

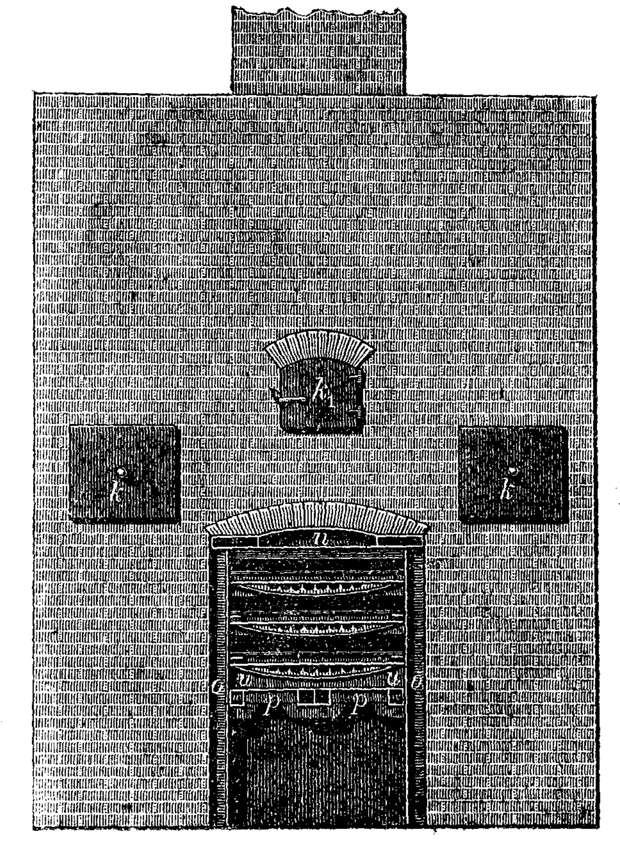


Schornsteins am kleinsten gemacht werden und mit der zunehmenden Entfernung vom Schornstein an Größe zunehmen.

Habich's Feuerung mit Langen's Etagenrost. Fig. 516 zeigt den Aufriß nach der Linie GH Fig. 518; Fig. 519 die Vorderansicht und Fig. 520 den Grundriß nach der Linie IK Fig. 516.

a ist der Raum für den Etagenrost; b der Verbindungskanal mit der Ueberbrückung c und dem Schieber c'; d der Heizraum unter der Pfanne; e der unter der Heizsohle herumgeführte Rauch-

Fig. 517.



kanal mit den Zuführungsöffnungen (Füchsen) f und dem Hauptfuchs g, welcher in den Schornstein h führt; ii Pfannenstützen; kk Kanalthüren; k' Oeffnung nebst Thür zum Zulassen von kalter Luft unter die Pfanne l; m Raum zum Trocknen von Holz u. s. w.

Fig. 519—526 zeigt eine Braupfanne. Fig. 519 zeigt den Grundriß dieser Anlage unmittelbar über dem Fundament und zwar nach der Durchschnittslinie AB der Durchschnitte Fig. 522—525. In Fig. 519 ist a der Aschenbehälter unmittelbar unter dem Roste, dessen Thüre sich bei ef befindet; b eine Unterwölbung, blos um Mauerwerk zu sparen, und um weniger Erdfeuchtigkeit anzuziehen. Fig. 520 ist ein Grundriß nach der Linie EF der Durchschnitte, unmittelbar über dem Herde. Es ist darin b der Rost, welcher auch in Fig. 520 mit den zirkelförmig, gestalteten Mauerstufen dahinter zu sehen ist; die Einheizthür befindet sich bei cg. Fig. 522 ist ein Längendurchschnitt nach der Linie IK der Grundrisse. Fig. 523 ist Durchschnitt nach der Linie PS in Fig. 520. Fig. 525 der Durchschnitt nach der Linie PQ in Fig. 520 und Fig. 526 der Durchschnitt nach der Linie TU in Fig. 520.

Wenn nun das Feuer auf dem Roste b in Fig. 520 u. 522

Fig. 518.

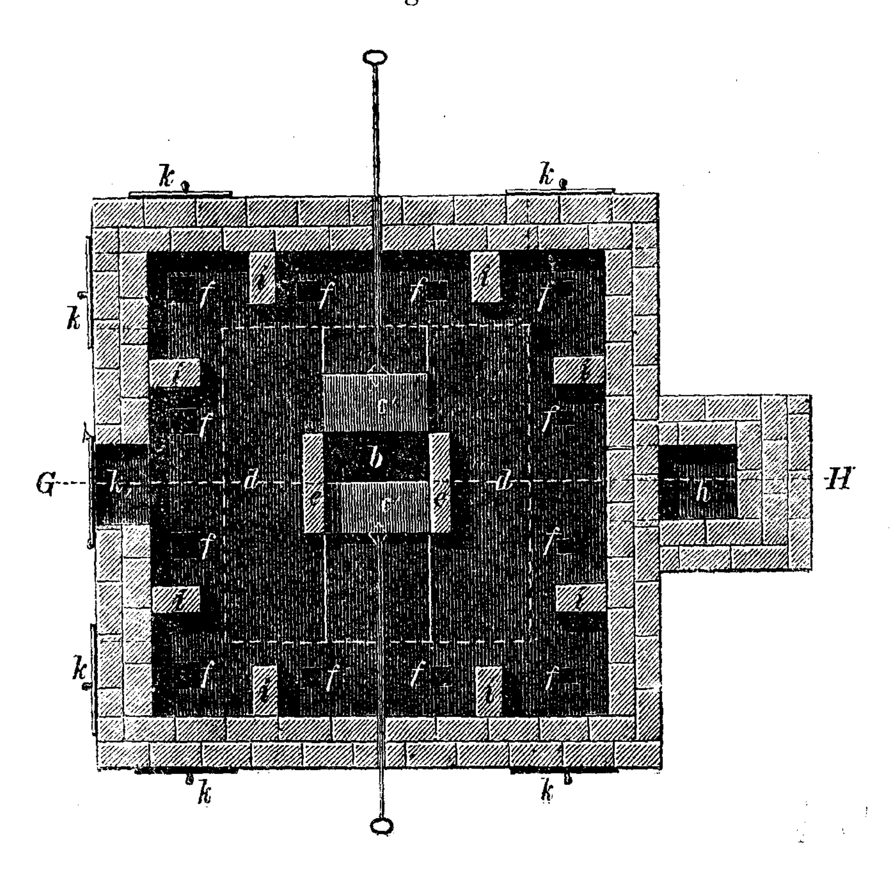
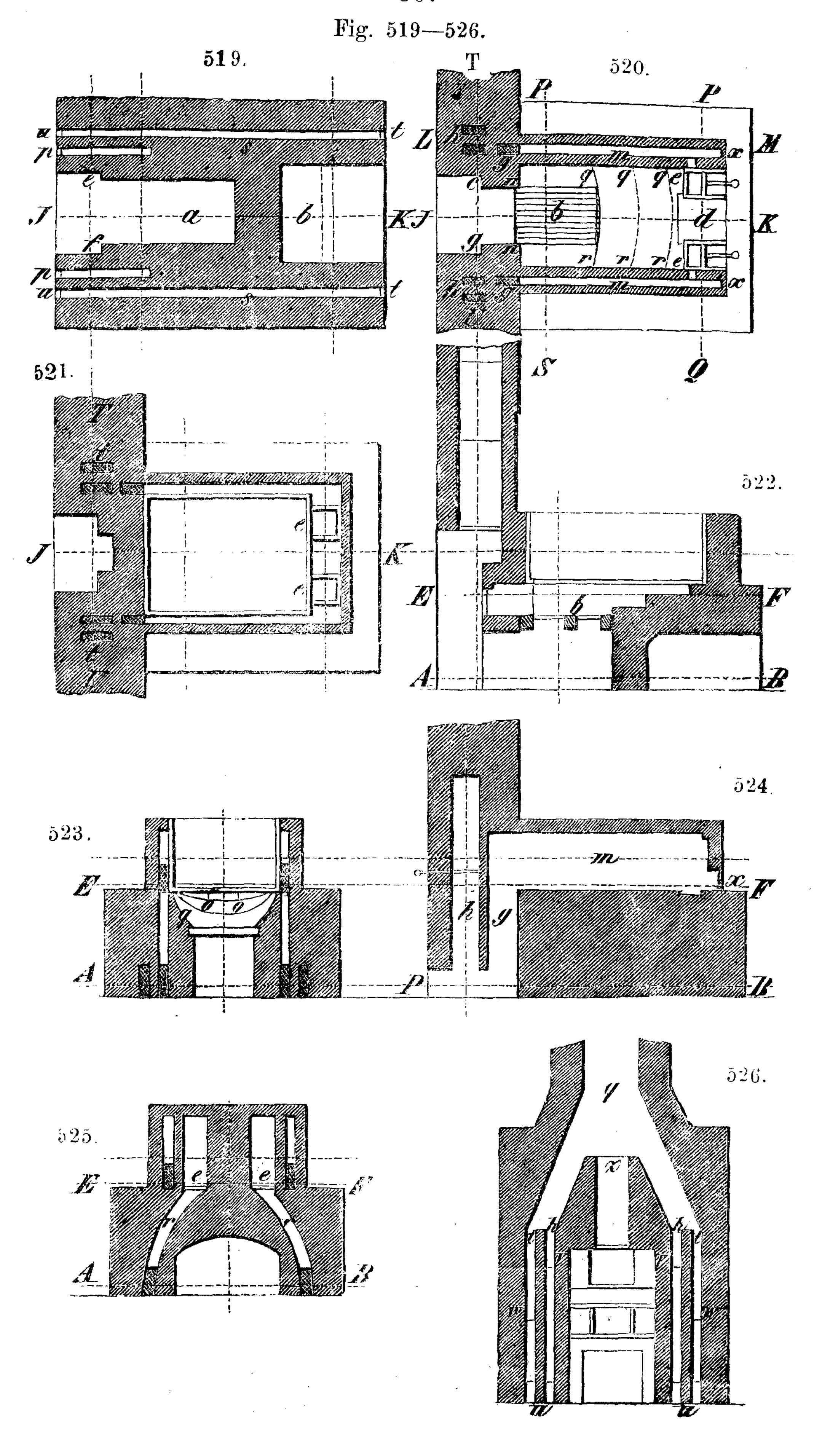


Fig. 519—526.



)rennt, während die Einheizthür c g verschlossen und die Aschenfall-
:hür e f in Fig. 519 offen erhalten wird: so dringt die Luft aus dem
Raume a in Fig. 519 hinauf durch den Rost b in das Feuer; letzte-
:es muß nun zur Absetzung seines Rauches einen anderen Weg suchen.
Von den runden Mauerstufen (siehe q r Fig. 520 u. 522) sowohl,
ıls durch die übrigen Seitenwände des Herdes, welche an beiden
Seiten vom Roste an (nach Fig. 523) rund heraufgemauert sind, wird
)as Feuer möglichst gegen den Boden der Pfanne gedrängt, geht
)on da nach hinten, woselbst es durch die Zunge d (Fig. 520) in
;wei Theile oder Kanäle e e getheilt wird, von da etwas hinauf geht
ınd nach den Kanälen m m (Fig. 520 und 524) an den beiden Sei-
:en der Pfanne steigt. Durch diese schmalen und hohlen Kanäle läuft
:s wieder zurück nach vorn, fällt daselbst in den Kanälen g g (Fig.
520 u. 524) herab, steigt in den Kanälen h h wieder hinauf, und geht
o (nach Fig. 526) in den gemeinschaftlichen Schornstein q, welcher da-
elbst bei z mit einer eisernen Thür abgeschlossen ist.

Da, wenn die Pfanne anfangs sehr hoch mit Würze angefüllt
st, die Seitenkanäle m m (Fig. 524) die Seiten der Pfanne beinahe
n ihrer ganzen Höhe sehr vortheilhaft erwärmen, so würde gegen-
theils das Kupfer der Seiten verbrennen, wenn die Würze hiernächst
)is zur Hälfte ihres vorigen Inhalts verkocht ist, oder wenn der
Hopfen in der Pfanne geröstet werden sollte. Dieserhalb werden dann
)ie Kanäle e e (Fig. 520 und 521) mit eisernen Schiebern geschlossen,
ınd die Hitze muß sodann die Kanäle r r (Fig. 525) hinabsteigen, in
)en Kanälen s s (Fig. 519) zurücklaufen, und nahe bei der Einhei-
;ung durch die Kanäle t t (Fig. 526) hinauf in den Schornstein q
steigen.

Sollen die Seitenwände der Pfanne mittelst der Kanäle m m
geheizt werden, so bleiben während der Zeit die Schieber w w in den
Kanälen t t Fig. 526 geschlossen; und soll, wie zuletzt gedacht, nur
)er Boden der Pfanne geheizt werden, so werden die Schieber w w
(in Fig. 524 und 526) geöffnet, und wie vorerwähnt die Schieber e e
(Fig. 521) und v v (Fig. 526) geschlossen. Soll aber die Hitze von
)em ausgebrannten Feuer noch zum Nachkochen benutzt und sämmt-
liche Kanäle verschlossen werden, so geschieht dies durch die Schieber
v v w w in Fig. 526, und wenn man das Feuer mitten im Brennen
dämpfen will, so dürfen nur die Schieber v v und w w geschlossen,
dagegen die Einheizthür und die Schornsteinklappe z geöffnet werden.

Das Sonstige geht aus der Zeichnung hervor, und ist zu be-

merken, daß wenn bei Holzbrand die Pfanne etwa 0,4^{m} hoch über dem Feuer steht, sie bei Torfbrand nur 0,3^{m} hoch darüber stehen darf. Einheizung und Aschenfall müssen mit eisernen Thüren versehen sein. Die Größe der ganzen Anlage wird nach der Größe der Pfanne angegeben. Nehmen wir etwa eine 2^{m} lange, 1,25^{m} breite Pfanne an, so muß, wenn mit Steinkohlen geheizt wird, der Rost in Fig. 520 1,25^{m} lang, 0,6^{m} breit, bei Torffeuerung eben so, bei Holzfeuerung aber nur 1^{m} lang, 0,47^{m} breit, und so verhältnißmäßig bei größeren oder kleineren Pfannen sein.

Die in Fig. 520 mit q r bezeichneten drei krummen Linien sind gemauerte Stufen, welche in Fig. 522 als solche nach hinten aufsteigen, von den Seiten aber vom Roste an sich rund in die Höhe bis unter den Boden der Pfanne wölben, wie in Fig. 523 zu sehen ist.

Zur Vereinfachung dieser Arbeit aber hat man anstatt der Heraufwölbung gewöhnliche Stufen, sowohl von hinten als an den Seiten gemauert, welche gleich gute Dienste leisten, und von ungeübten Maurern eher zu machen sind.

Die Anlage dieser Stufen richtet sich danach, daß die Pfanne mit ihrem Boden an allen vier Stellen um 8^{zm} auf dem, den Herd umfassenden Mauerwerke (wie aus Fig. 520 und 521 hervorgeht), ruhen muß. Die Einheizthür wird bei Holzfeuerung 0,4^{m}, bei Torffeuerung 0,3^{m} hoch, aber immer 0,4^{m} breit. Da nun der Boden der Pfanne unmittelbar über der Thüröffnung kein Auflager hat, so muß zur Unterstützung der Pfanne auf beiden Seiten der Thür innerhalb nach Fig. 520 ein Absatz n n, 13^{zm} vorspringend, gemauert werden, auf welchem der Boden der Pfanne ruht. Hier muß auch die Pfanne dicht an die Mauer angestoßen werden, weil, wenn ein luftiger Zwischenraum daselbst verbleibe, die Kante der Pfanne verbrennen würde.

Der Aschenfall enthält genau die Länge und Breite des Rostes, und es müssen auf dem, den Aschenfall umgebenden Mauerwerke die eisernen Roststäbe ruhen. Die Höhe des Aschenfalls ist ziemlich gleichgültig; gewöhnlich wird derselbe bis zur Oberfläche des Rostes 0,6^{m} hoch gemacht, und da, wo die Thür ist, dergestalt überwölbt, daß die Unterkante der Einheizthür mit der Oberfläche des Rostes eine gerade Fläche bildet, wonach sich also die Größe der Thür richtet.

Die gedachte, von oben nach unten bis auf die Länge und Breite des Rostes, zusammengezogene Form des Herdes hat den Nutzen, daß das Feuer nur auf dem Roste liegen und mit dem Brennmate-

rial nicht verschwenderisch umgegangen werden kann, und, da das Feuer mehr concentrirt wird, die Wirkung desselben vortheilhafter ist.

Die zum Herunterfallen des Feuers ee (Fig. 520 und 521) befindlichen Kanäle rr (Fig. 525) sind bei ihrer Einmündung etwa 30^{zm} lang und 15^{zm} breit; weiter unten aber werden dieselben, wie in Fig. 525 zu sehen, bis auf 13^{zm} Länge und 13^{zm} Breite zusammengezogen, und unter dem Herde hinweg (ss in Fig. 519) so wie weiter hinauf zum Schornstein (tt in Fig. 519) sind selbige überall 26^{zm} hoch oder lang und 13^{zm} breit. Dieser Pfeiler d in Fig. 520, auf welchem der Boden der Pfanne wenigstens 8^{zm} breit aufruht, theilt also das Feuer in zwei gleich große Kanäle.

Die zum Hinaufsteigen des Feuers an den Seiten bei mm (Fig. 520 und 521) befindlichen Kanäle sind 12—13^{zm} breit, und vom Boden der Pfanne an (wenn nämlich auf eine, mit Flüssigkeit jedesmal vollgefüllte Pfanne gerechnet wird) so hoch, daß nur noch oben am Rande der Pfanne 13^{zm} Mauer diese Kanäle decken und sich gegen die Pfanne anschließen. Wollten die abwärts führenden Kanäle rr (Fig. 525) nicht vorhanden sein, so würden dagegen die Seitenkanäle mm (Fig. 526) nur höchstens halb so hoch als die Pfanne ist, geführt werden dürfen, um bei niedergekochter Würze die Seiten der Pfanne nicht zu verbrennen.

Da, wo die Seitenkanäle mm in die Brandmauer hineingehen, wie in Fig. 524 zu sehen, sind selbige eben so hoch und breit, wie vorgedacht; dann aber, sowohl beim Niederfallen als Wiederaufsteigen (gg und hh in Fig. 520, 524 und 526) sind solche nur 26^{zm} weit und 13^{zm} breit.

Das Niederfallen des Feuers bewirkt ein langsameres Strömen der Hitze, welche ihrer Natur nach allemal rasch in die Höhe steigt. Dieserhalb müssen die Schieber, welche zu der mehrerwähnten Zeit die Oeffnungen ee (Fig. 520 und 525) verschließen sollen, von halbzölligem geschmiedeten oder gegossenen Eisen sein.

Schieber in eisernen Rahmen sind nicht so gut, als folgend Einrichtung. Man nimmt zu den Rahmen, worauf die Schieber laufen, 3^{zm} starkes Stabeisen in einem Viereck, dessen hintere Seite fehlen kann, und legt es in die Mauer dergestalt ein, daß etwa nur 1^{zm} desselben von der Mauer in die Kanalöffnung hervorsteht, welcher Vorsprung zum Falze dient, worauf die 1^{zm} starken Schieber, welche genau die Größe des Kanals haben, sicher und ungehindert laufen. Die Schieber vvww (Fig. 526) aber, so wie die (nachher zu beschreibenden) Stürzen zu den Oeffnungen der Kanäle, brauchen nur von ordinärem Sturzbleche zu sein.

Alle Kanäle bei einer solchen Feuerung müssen so angelegt sein, daß sie mit einer an einem langen Stocke oder starken Drathe befindlichen Bürste bequem vom Ruß gereinigt werden können. Wie dies in der erwähnten Anlage geschehen kann, ist aus den Zeichnungen zu ersehen. In Fig. 519 befinden sich in tt zwei Oeffnungen oder Fortsetzungen der Kanäle, durch welche sowohl die horizontalen Kanäle ss, als die hinaufsteigenden Kanäle in rr Fig. 525 gereinigt werden können. Die entgegengesetzten Oeffnungen uu der Kanäle ss, in Fig. 519 sind auch in Fig. 526 mit uu bezeichnet, und es werden durch dieselben die aufwärts steigenden Kanäle tt (Fig. 521 und 526) bis in die Schornsteinröhre q hinein gereinigt.

In Fig. 520 und 524 dienen die Oeffnungen xx dazu, um die Kanäle mm zu reinigen. Die entgegengesetzten Oeffnungen dieser Kanäle befinden sich bei pp in Fig. 519 und 524. Wie durch selbige die senkrechten Kanäle g und h Fig. 520 gereinigt werden können, ist aus Fig. 524 deutlich zu sehen. Alle diese Oeffnungen werden mit genau passenden eisernen oder thönernen Kapseln fest zugesetzt und mit Lehm verschmiert, da die Reinigung der Kanäle nur selten nothwendig ist.

Um den Herd von der Flottasche und die hintersten Kanäle bei ee (Fig. 520) dann und wann zu reinigen, können jedesmal einige Roststäbe herausgenommen werden, wo man durch die Aschenfallthür bequem unter die Pfanne gelangen kann.

Der Schornstein q (Fig. 526) ist bei z mit einer eisernen Fallthür verschlossen, welche, wenn der Schornstein selbst gekehrt werden soll, geöffnet wird, und zwar muß diese Thür sich niederwärts öffnen, um den Ruß herunter zu schütten, auch so groß sein, daß ein Schornsteinfeger bequem hindurchsteigen kann.

Die vorhin gedachten Kanalöffnungen xx (Fig. 520) dienen zugleich dazu, um zur Abkühlung der Pfanne und der Schieber auf die Kanäle ee frische Luft hinein zu lassen. Bei den gedachten Schiebern ist schon vorher erwähnt worden, daß selbige durch das Herabfallen des Feuers sehr erhitzt werden, und daß aus gleicher Ursache auch die Hitze in den übrigen Kanälen sehr gepreßt, dadurch aber eben so gut benutzt wird. Die gepreßte Hitze wirkt zugleich auf das von ihr betroffene Mauerwerk sehr zerstörend, so daß, bei nicht gehöriger Vorsicht manche Steine in kurzer Zeit erneuert werden müssen. Auch der Boden der Pfanne leidet da am meisten von der Hitze;

indeß ist dies nicht zu ändern. Ein wesentliches Erforderniß ist es daher, dergleichen Feuerungen von den besten feuerfesten Steinen, und, wie sich von selbst versteht, mit Lehm aufzumauern, besonders aber solche feste Steine zum Herde und seiner nächsten Umgebung, so wie zu den Pfeilern d (Fig. 520) und in der Gegend der Schieber e e anzuwenden.

Noch ist zu bemerken, daß die Wange, welche die Kanäle m m (Fig. 520) vom Herde trennt, oberhalb 8^{zm} breit ist, worauf die Pfanne steht. Die Breite der Kanäle m m von $1{,}6^{m}$, und deren äußere Einschließungswange von 13^{zm}, machen die ganze Mauerstärke von 26^{zm} zu beiden Seiten der Pfanne. Die Stirnmauer, in welcher die 15^{zm} weiten Kanäle e e liegen und mit einer 26^{zm} starken äußeren Einschließungsmauer umgeben sind, ist überhaupt 42^{zm} stark. Gegen die Brandmauer steht die Pfanne dicht an; da aber ihr eiserner Ring und die Umlegung ihres Randes ungefähr 5^{zm} von der Mauer abträgt, so ist das Mauerwerk um eine jede Pfanne, welche auf diese Art mit Seitenkanälen eingemauert ist, allemal 52^{zm}.

Die Höhe der Pfanne über dem Fußboden des Brauhauses richtet sich danach, ob die Feuerung von außen oder im Brauhause selbst geschieht, und im letzteren Falle, ob der Aschenfall in den Fußboden versenkt angelegt wird, welches jedoch nicht tiefer, als bis höchstens zur Oberfläche des Rostes geschehen darf, so muß vor demselben eine eben so tiefe und hinlänglich geräumige Oeffnung sich befinden, um nach dem Aschenfalle gelangen zu können; diese Oeffnung wird am besten mit einer eisernen gegossenen Platte bedeckt.

Wenn aber die Heizung der Pfanne von außen geschieht, so kann die Pfanne ziemlich niedrig gegen den Fußboden des Brauhauses zu stehen kommen. Dessen ungeachtet wird in der Höhe bis zum Boden der Pfanne ein 41—47^{zm} breiter Tritt oder Banquet um die drei freien Seiten der Pfanne angelegt, nicht allein um bei dem Gebrauch der Pfanne bequem stehen zu können, sondern um dem Herde von allen Seiten einen hinlänglichen Widerstand zu geben. In Fig. 519—526 dient aber diese Verstärkung noch besonders dazu, um für die Leitung der herabfallenden Kanäle r r (Fig. 525) die nöthige Mauerstärke zu erhalten.

Endlich ist noch anzuführen, daß, wenn mehrere Feuerungen, als z. B. die der Pfanne, der Darre, der Blase, unter einem Schornsteine liegen, so muß, bei der vorhin beschriebenen Feuerungsanlage, von jeder Feuerung ein besonderer Schornstein, der an und für sich, wie vorgedacht, verschlossen ist, hoch genug in den allgemeinen Schorn-

stein hinaufgehen, um gegen den Rauch gesichert zu sein. Besser aber ist noch, den allgemeinen Feuerraum fest oder dicht zu überwölben, über dem Gewölbe einen allgemeinen großen Schornstein aufzuführen, die kleinen Schornsteine der einzelnen Feuerungen durch das Gewölbe in den allgemeinen Schornstein einzuleiten, und in der Mitte des Gewölbes eine eiserne, dicht passende, herunterwärts sich öffnende und zum Einsteigen hinlänglich große Thür anzulegen.

§. 71. Anlage eines Rostloches an einem Feuerherde.

Es ist eine allgemein bekannte Erfahrung, daß die Wirkung des Feuers stärker ist, wenn man die Flamme durch Seitenwände einschließt, als wenn man das Feuer frei brennen läßt und die Kochgefäße nur von einer Seite her erwärmt werden. Dieser Erfahrung zufolge hat man die sogenannten Rostlöcher erfunden, wo das Feuer in eine Vertiefung des Herdes eingeschlossen, die Koch- oder Bratgefäße, welche man darauf setzt, von unten nach oben, also durch die Spitzflamme des Feuers, welche immer am kräftigsten wirkt, erwärmt werden. Fig. 527 zeigt den Durchschnitt des Herdes mit einem solchen Rostloche, Fig. 528 den Grundriß. a ist der Raum des Loches, 26 bis 39 zm im Quadrat groß und etwa 26 zm tief bis zu dem Roste b, c ist ein

Fig. 427.

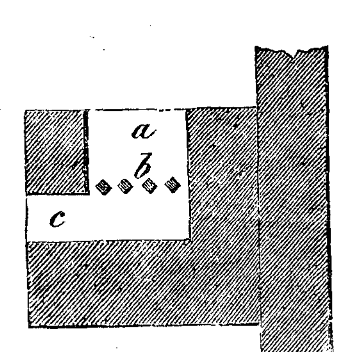
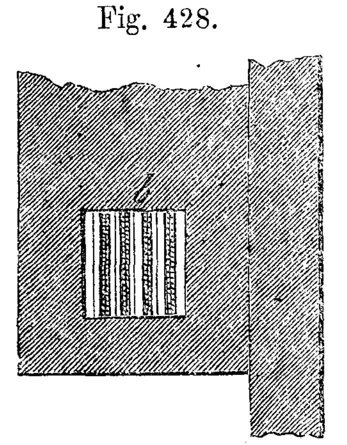


Fig. 428.



Aschenloch. Will man das Rostloch für Torf- oder Steinkohlenfeuer einrichten, so muß es nur 19 zm tief angelegt werden, welche Höhe man durch Uebereinanderlegung von zwei flachen Mauersteinen und einem Dachsteine mit ihren Fugen erreicht. Das Aschenloch ist 15 zm hoch und eben so breit als das Rostloch. Der Rauch zieht durch den Rauchmantel des Herdes in den Küchenschornstein. Zu bemerken ist, daß man die Roststäbe bei diesen und namentlich den folgenden Feuerungen meistens rechtwinkelig zu der eingezeichneten Richtung legt, um das Feuer besser schüren und den Rost leichter mit einem Haken reinigen zu können. Vergl. Fig. 504 bis 509.

§. 72. Einmauerungen von Waschkesseln ꝛc.

Fig. 530 zeigt den Grundriß, Fig. 529 den Durchschnitt, wobei die Feuerung von einem Vorgelege aus erfolgt. Der Waschkessel a wird in einem Mauersteinmantel, welcher ½ Stein stark gemacht wird, so eingemauert, daß er nur mit seinem untersten Theil über der Flamme steht. Bei e und e ist eine Decke von doppelten Dach-

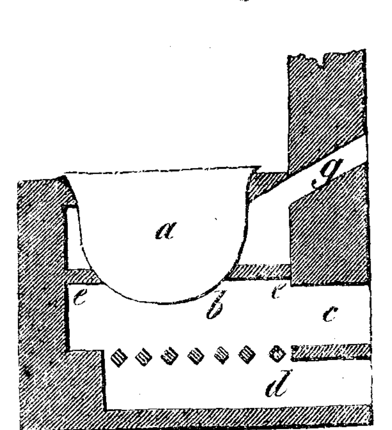


Fig. 529.

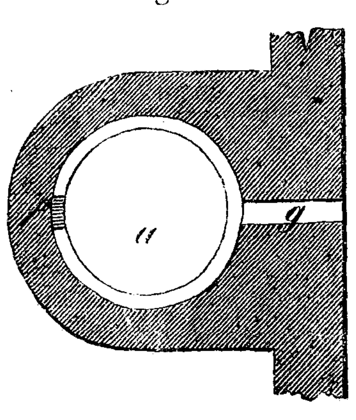


Fig. 530.

steinen angelegt, in welcher sich hinten bei f Fig. 530 eine etwa 15^{zm} lange Oeffnung bildet, durch welche die im Feuerherde auf dem Roste brennende Flamme in die Höhe schlägt, sich nach beiden Seiten um den Kessel herumzieht und den Rauch durch das Abzugsrohr g in den Schornstein entweichen läßt. (Häufig läßt man auch den Zug sich nicht von selbst theilen, sondern wie in Fig. 534 durch eine gemauerte Zunge und legt auch den Rost wie dort angegeben.) c ist das Heizloch 15—21^{zm} groß und mit einer eisernen Thür versehen. d das Aschenloch, welches gewöhnlich keine Thür hat, 15^{zm} hoch und so breit als der Herd ist. Es ist gut, die Winkel des Herdes schräg nach den Seitenwänden zu mauern, wie in den Fig. 531—535, weil dann das Brennmaterial immer auf den Rost zurückfällt. Der Rost ist in Fig. 529 etwa ⅔ des oberen Kesseldurchmessers breit und der Kessel ruht oben mit seinem Rande auf dem gemauerten Mantel. Ein paar an der Seite angebrachte Löcher dienen zur Reinigung der Züge um den Kessel und werden durch eingesteckte und mit Lehm verstrichene Steine geschlossen.

Den Abstand des Kesselbodens vom Roste macht man je nach der Größe des Kessels und nach der Art des Feuermaterials verschieden und zwar für Steinkohlen bei Kesseln von 1^{m} Durchmesser bis 26^{zm}, bei 1¼^{m} Durchmesser 29^{zm} u. s. f., so daß, wenn der Durch-

messer des Kessels um 31 zm wächst, der Abstand des Bodens vom Roste etwa um $2^1/_2$ zm größer wird. Für Torf nimmt man etwa 4 zm mehr und für Holz 5—8 zm, so daß bei den gewöhnlichen Größen der Kessel 40 zm für Steinkohlen und 47 zm für Holz die Grenzen sind. Die Roststäbe legt man rechtwinklig zur Feuerthür und wendet gern schwache Roststäbe an, da dieselben durch die unten zuströmende Luft mehr abgekühlt werden und außerdem mehr lichte Zwischenweite für das Zuströmen der Luft gestattet, ohne daß das Brennmaterial unverbrannt durchfällt.

b) Geschieht die Feuerung des Kessels nicht von einem Vorgelege aus, so liegt der Schornstein meistens der Feuerung gegenüber und die Züge können alsdann so angeordnet werden, wie sie die Figuren 531 und 535 darstellen. Fig. 532 zeigt den Grundriß, Fig. 531 den Durchschnitt nach cb und Fig. 534 den Durchschnitt nach rh des Grundrisses. Der Kessel ist 62 zm hoch und liegt 26 zm über dem Roste r; unter demselben befindet sich der Aschenfall c, den man, da-

Fig. 531.

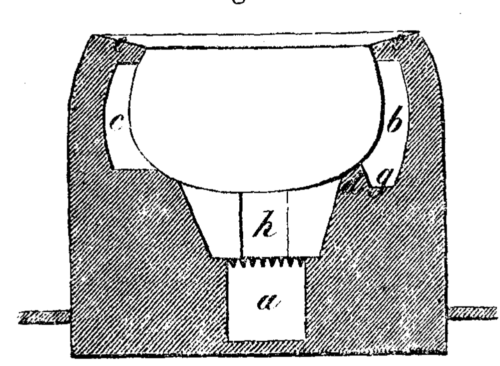


Fig. 532

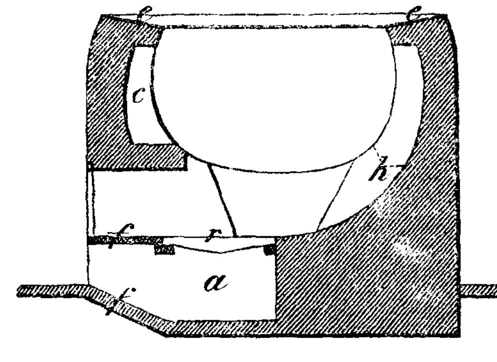
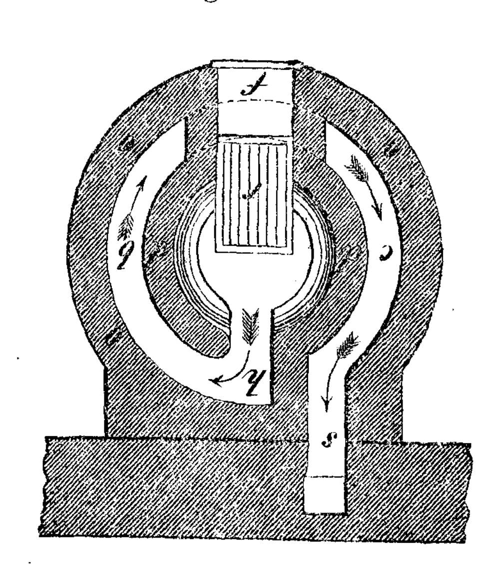


Fig. 433.



mit die Roststäbe nicht zu sehr durch die glühende Asche leiden, 0,3 bis 0,6 m unter den Rost hinuntergehen läßt. Da nun eine größere als 1,1 m Höhe des Kesselbordes über dem Fußboden Unbequemlich-

keiten bei der Benutzung des Kessels herbeiführt, so iä der Aschenfall nicht auf dem Fußboden, sondern theilweise unter demselben angelegt und zum bequemeren Ausräumen schräg abgepflastert, wie bei Fig. 534 zu sehen ist. Bei größeren Kesseln, die von innen gefeuert werden, kommt der Aschenfall ganz unter den Fußboden und der Rost in gleiche Höhe mit demselben zu liegen; in diesem Falle läßt man den Aschenfall 0,3 — 0,6^{m} vor dem vorderen Kesselmauerwerk vorgehen und überdeckt ihn mit durchbrochenen gußeisernen Platten oder mit einem Ziegelpflaster auf untergelegten Eisenstäben und muß dann für einen Kanal sorgen, durch welchen die Luft unter den Rost strömt. Bei noch größeren Kesseln muß man entweder einige Stufen an den Seiten des Kesseln nach oben anbringen, oder es kommt der untere Theil des Kessels mit Rost und Aschenfall tiefer, als der Fußboden zu liegen, in welchem Falle an der Seite, wo sich die Feuerung befindet, einige Stufen nach unten angebracht werden müssen; jedoch zieht man es dann meistens vor, den Kessel von einem Vorgelege aus zu heizen, wodurch zugleich der Vortheil erwächst, daß der Kessel in jeder beliebigen Höhe über dem Fußboden zu stehen kommen kann, und der Raum weder durch Anbringung von Stufen noch durch das Brennmaterial beschränkt und verunreinigt wird.

Die Breite des Rostes beträgt 26^{zm} und seine Länge 47^{zm}; der Rost erhält eine geringe Senkung nach der Mitte, damit das Brennmaterial bequemer aufgegeben werden kann; er erhält sein Auflager entweder auf zwei eisernen Querstangen, oder, wenn die Feuerthür mit einer Vorplatte, die einen Falz hat, verbunden ist, auf dieser, wie in Fig. 506 zu sehen ist. Damit das Brennmaterial auf den Rost zurückfällt, sind die Seitenwände des Herdes abgeschrägt (conisch). Auf diesem Mauerwerk erhält der Kessel seine Unterstützung, jedoch muß man dafür sorgen, daß diese möglichst schmal sei, um nicht zu viel Kesselfläche durch Mauerwerk zu verdecken, weil dieses die Wärme weniger gut an den Kessel abgiebt als die Flamme selbst. Die Feuerthür ist 26^{zm} im Quadrat groß und wird überwölbt oder mit Ziegeln auf unterlegten Eisenstäben überdeckt, so daß die Ziegel bis an den Kessel anstoßen. Das Feuer schlägt vom Rost r aus unter dem Boden des Kessels nach hinten, steigt bei h in die Höhe und geht in der Richtung der Pfeile um den Kessel herum nach dem Schornstein. Die Umfassungsmauern des Kessels sind $1/2$ Stein stark und werden wie bekannt mit Lehm gemauert; wenn der Kessel einen breiten Bord e von Metall hat, wie Farbekessel 2c., so wird

das Mauerwerk nöthigenfalls oben etwas zusammengezogen, um es vollständig vom Bord überdecken und Verunreinigungen der Flüssigkeiten im Kessel vermeiden zu können. Da der Kessel nicht vom Bord getragen, sondern unten durch die ringförmige Mauer dd vollständig unterstützt wird, so kommt unter den tiefsten Punkt des Bords nur eine Schicht, die vollständig Lehm erhalten muß, damit der Bord nicht verbrenne. Der Querschnitt der Zugkanäle wird etwa gleich $1/4$ der Rostfläche gemacht; da sich die Züge durch die Flugasche mehr oder weniger vollsetzen, so werden an zwei oder drei Stellen ooo Reinigungsöffnungen auf dem Boden der Zugkanäle bc angelegt, die 15^{zm} im Quadrat groß sind, und durch einen halben Stein auf der hohen Kante oder durch gußeiserne Kapseln oder Blechthüren geschlossen werden. Die Flugasche verdeckt stets einen Theil der Kessels, wohin das Feuer nicht mehr gelangen kann. Um dies zu vermeiden, kann man die Züge wie bei g Fig. 504 vertiefen, wodurch sich die Flugasche zum Theil in diesen Vertiefungen absetzt; über der Feuerthür kann eine solche Vertiefung nicht vortheilhaft angebracht werden, weshalb man sie in dem linken Zugkanal c ebenfalls fortlassen kann.

Um den Zug selbst noch mehr reguliren zu können, ist es gut da, wo er nach dem Schornstein geht, einen Schieber s anzubringen. Als Schornstein reicht für diese kleinen Kessel ein 15^{zm} starkes Rohr aus, für $1\frac{1}{4}$^{m} große Kessel ein 21^{zm} starkes, für noch größere Kessel hat man an einigen Orten in Sachsen 15 und 31^{zm} starke Röhren; in Preußen sind diese nicht zulässig, weshalb man sie durch weite Schornsteine von 42—47^{zm} im Quadrat ersetzen muß. Da die größere Weite für den guten Zug nicht vortheilhaft ist, so muß man ihn dadurch fördern, daß man die Schornsteine mindestens $1/4$ höher macht, als die Länge des Feuerganges vom Roste aus bis in den Schornstein.

c) Eine andere Anordnung der Züge für kleine Kessel, wenn der Schornstein der Feuerungsthür gegenüberliegt, ist folgende. Das Feuer brennt wie gewöhnlich unter dem Kesselboden, schlägt dann vorn zwischen der Feuerthür und dem Kessel in die Höhe, theilt sich von selbst nach beiden Seiten und geht hinten vereinigt in den Schornstein. Der Kessel wird hierbei durch eine dreizöllige Schicht Mauersteine getragen, die zugleich den Boden der Seitenzüge bildet.

Eine andere Anordnung, die bei großen Kesseln, welche von innen geheizt werden, angewendet wird, besteht darin, daß man die

Oeffnung h und die Seitenkanäle bc Fig. 533 der Höhe nach durch eine wagerechte Zunge in zwei gleiche Theile theilt, so daß zwei Kanäle übereinander entstehen. Das Feuer geht, wie unter b) beschrieben, vom Rost aus unter dem Boden des Kessels nach hinten, steigt bei h in den unteren Seitenkanal, in welchem es in der Richtung der Pfeile Fig. 533 einmal um den Kessel herumgeht, dann über h in den Kanal, in welchem es in derselben Weise zum zweiten Mal um den Kessel und dann durch die Schieberöffnung s nach dem Schornstein geht. Die Zunge, welche den oberen und unteren Seitenzug scheidet, hat nichts zu tragen und wird demnach nur eine Schicht stark gemacht. (Der Mantel wird bei größeren Kesseln, besonders wenn anhaltend gefeuert wird, einen ganzen Stein stark.) Die eben beschriebene Anordnung nennt man auch den doppelten Schneckenzug. Da hierbei das Feuer einen weiten Weg (nämlich vom Rost aus zweimal um den Kessel herum) machen muß, so wird die Wärme sehr vollständig benutzt, nur muß der Schornstein, des lebhaften Zuges wegen, verhältnißmäßig hoch sein, wie unter b) dieses Paragraphen angegeben wurde. Der Kessel muß hierbei mindestens $1{,}1^{m}$ tief sein, weil sonst die Züge nicht hoch genug werden, und weil man deshalb, um den gehörigen Querschnitt der Züge zu bekommen, dieselben breiter machen und also mehr Mauerwerk als nöthig ist, erwärmen müßte. Im anderen Falle wendet man lieber

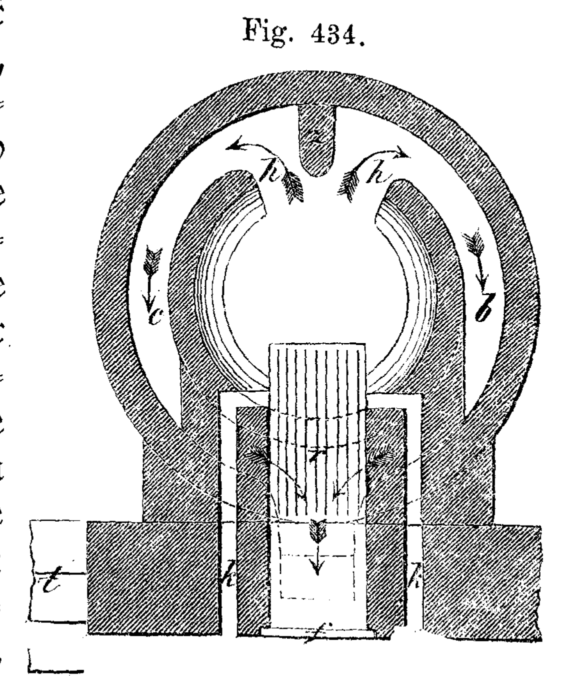
d) den zweimal getheilten Zug an. Hierbei steht die Rauchröhre ebenfalls der Feuerthür gegenüber und die um den Kessel führenden Seitenzüge werden durch eine wagerechte, rings herumlaufende Zunge in zwei übereinanderliegende Kanäle getheilt. Das Feuer geht vom Rost aus unter dem Boden des Kessels nach hinten, theilt sich dort in einen rechten und linken Feuerarm entweder von selbst, wie bei f Fig. 530 oder durch eine senkrechte Zunge wie Fig. 534. In diesen untern Kanälen geht das Feuer vor bis über die Feuerthür, wo es in die Höhe schlägt, sich von Neuem theilt und in den oberen Kanälen nach dem, der Feuerthür gegenüberliegenden Schornstein geht. Die Theilung über die Feuerthür erfolgt dabei ebenfalls am besten durch eine senkrechte Zunge, die auf dem Gewölbe der Feuerthür angelegt wird.

Obwohl die zuletzt besprochenen beiden Anordnungen eine sehr vortheilhafte Benutzung des Brennmaterials zulassen, so zieht man es doch, wegen der unter b) Seite 515 angeführten Unbequemlichkeiten häufig vor, größere Kessel von einem tiefer liegenden Vorge-

lege aus zu heizen. In diesem Falle liegt die Rauchröhre meistens entweder über der Feuerthür oder zur Seite derselben.

Am häufigsten wird dabei der getheilte Feuerzug angewendet, welcher am Anfang dieses Paragraphen besprochen wurde und in den Figuren 529, 530 sowie in Fig. 534 im Grundriß dargestellt ist. Weil das Vorgelege gewöhnlich tiefer liegt, als der Raum, wo sich der Kessel befindet, so ist eine kleine Treppe t nöthig. Die beiden kleinen Kanäle k sind 5 zm breit und eine Ziegelschicht hoch; sie werden in derselben Höhe wie der Rost angelegt, und haben den Zweck, die Rauchverzehrung zu befördern, dadurch, daß sie die zum Verbrennen des Rauches nöthige Luft zuführen, wenn der Luftzutritt durch die Zwischenräume des Rostes wegen Schlacken oder einer zu dicken Lage Brennmaterial gehemmt wäre. Dieses Mittel läßt sich natürlich auch bei den früher besprochenen Anordnungen anwenden, nur darf man sich keine zu großen Erfolge davon versprechen.

Fig. 434.

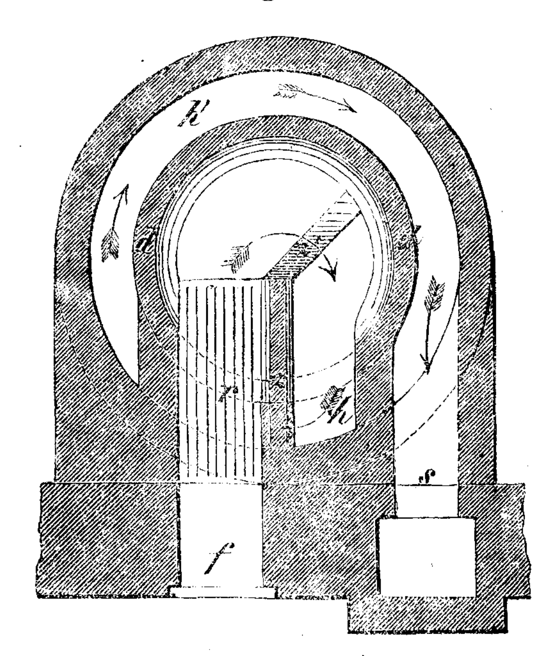


f) Eine andere Anordnung, wenn der Kessel von einem Vorgelege aus gefeuert wird, besteht darin, daß man den Seitenzug b Fig. 505 durch eine horizontale Zunge in zwei Kanäle theilt. Das Feuer geht alsdann schneckenförmig $1\frac{1}{2}$ Mal um den Kessel, erst in den unteren Kanal b, dann in den Kanal c und nun in den oberen Kanal b nach dem Schornstein. Hierbei hat man auf der rechten Seite des Kessels zwei Kanäle, während man auf der linken nur einen hat; deshalb werden die Züge auf der rechten Seite niedriger und breiter als auf der linken und der Zug macht also einen sogenannten Sack, den man gern vermeidet; außerdem muß man mehr Mauerwerk erwärmen als bei dem im Anfang dieses Paragraphen beschriebenen getheilten Zuge, weshalb dieser selbst für größere Kessel in allgemeinerer Anwendung ist.

g) Da die Breite des Rostes um ein Bedeutendes kleiner ist, als der Boden des Kessels, so kann namentlich bei großen Kesseln

das Feuer nicht den ganzen Boden umspielen und man hat deshalb bei mehreren großen Farbekesseln den Bodenzug (Feuerherd) wie im Grundriß Fig. 535 durch eine, bis unter die Mitte des Kessels gehende Zunge z getheilt, die sich bei z' nach dem Feuerherd abschrägt. Dadurch erhält zugleich der Kessel ein fester Auflager, wenn derselbe nicht durch eine dossirte Herdmauer dd, sondern wie in Fig. 529 durch eine wagerecht herumlaufende Zunge getragen wird. Die Zunge z ist unten $1/_2$ Stein stark und wird unter dem Kesselboden bis auf 8 zm abgeschrägt, damit möglichst wenig Feuerfläche des Bodens verdeckt wird. Bei der in Fig. 535 gezeichneten Lage des Schornsteins kommt der Rost r auf die linke Seite zu liegen und der Zug geht vom Rost über die schräge Zunge z' bis h, wo er in die Höhe steigt und in der Richtung der Pfeile um den Kessel herum nach dem Schornstein geht.

Fig. 535.



Bei kleinen Kesseln von nur 1 m Durchmesser hat diese Anordnung, wie voraus zu sehen war, weniger befriedigt, weil gerade der wirksamste Theil des Kesselbodens durch die Zunge verdeckt wird und weil die Roste für kleine Kessel verhältnißmäßig breiter gemacht werden, als für große, weshalb das Feuer die ersteren leichter umspielen kann.

Mit der eben besprochenen Anordnung, den Bodenzug durch eine Zunge z Fig. 535 zu theilen, kann man noch mehrere der früher besprochenen verbinden, von denen wir nur die folgenden anführen wollen.

Ist der Kessel hoch genug, dann läßt man das Feuer von h Fig. 535 zweimal um den Kessel herumgehen, wie beim doppelten Schneckenzug (vergl. d) dieses Paragraphen, oder es theilt sich bei h und diagonal entgegengesetzt bei h' (vergl. e dieses Paragraphen). Erfolgte die Feuerung von Innen und läge der Schornstein über h hinaus, so würde man den Zug bei h theilen und bei h' vereinigt

nach dem Schornstein gehen lassen (vergl., was über den einmal getheilten Zug im Anfang dieses Paragraphen gesagt wurde). Die Wahl des einen oder anderen Verfahrens ist abhängig von der Lage der Einfeuerung, von dem Durchmesser und der Höhe des Kessels und bedingt andererseits die Größe des Rostes, die Weite der Züge des Schornsteins und die Höhe des letzteren, welche Punkte im Vorhergehenden erörtert wurden.

Andere Anordnungen der Züge übergehen wir und bemerken nur, daß man auch den Kessel ganz frei über das Feuer hängt, daß dies Verfahren aber, obwohl hier keine Fläche des Kessels durch Zungenmauerwerk verdeckt wird, das schlechteste und nur für so kleine Kessel zulässig ist, wo es nicht thunlich wird, einen Zugkanal von 15^{zm} Höhe an der Seite des Kessels herzustellen.

Um die Dämpfe, welche sich beim Kochen entwickeln, abzuleiten, ist es gut, einen Dunstfang über dem Kessel anzubringen, der in ein besonderes Rohr oder in das Rauchrohr mündet. Stehen viele Kessel nebeneinander, wie in Färbereien, so spart man in den Umfassungsmauern Schlitze aus und bringt im Dachfirst Qualmfänge (wie bei Ziegelöfen) zur Ableitung der Dämpfe an. Was das Pflaster der Räume betrifft, in denen Wasch- oder Farbekessel stehen, so muß dasselbe von den Kesseln aus nach einer Rinne hin geneigt sein, damit die übergeschüttete Flüssigkeit ablaufen kann. Ein Mehreres über diesen Gegenstand findet man im ersten Heft der Blätter für gewerbliche Baukunde von J. Manger, Königl. Bau-Inspector und Professor. Berlin, Verlag von Ernst und Korn.

§. 73. Die Brodbacköfen.

1) Die auf dem Lande, besonders in den Ostseegegenden, am häufigsten vorkommenden Backöfen sind die sogenannten Kuppelöfen. Sie dienen sowohl zum Brodbacken, als auch zum Flachsdarren, und diese letztere Bedingung hat ihnen die ungeheuer holzverschwenderische Einrichtung gegeben, welche sie alle haben. Da ihre Einrichtung außerordentlich einfach ist, haben wir weiter keine Zeichnung beigefügt, indem die folgende Beschreibung wohl ihre Anlage vollkommen verdeutlichen wird.

Auf einem gewöhnlich aus Feldstein in Lehm gemauerten Herde von 47—62^{zm} Höhe befindet sich ein Mauersteinpflaster, flach in Lehm gelegt, nach hinten etwas ansteigend. Auf diesem Herde erhebt sich ein im Grundriß kreisförmiges Gewölbe, in Form eines Bienenkorbes

von Lehmsteinen, einen Stein durchweg stark. Die niedrigsten Backöfen haben im Lichten $^{3}/_{4}$ ihres Durchmessers zur Höhe.

Vorn an der Wölbung wird die Einheizung von gebrannten Mauersteinen eingebaut, so daß das Heizloch einen Anschlag von 13^{zm} an beiden Seiten und oben bildet. Das Heizloch heißt das Mundloch, ist 62^{zm} breit und 47^{zm} hoch, oben mit einem $^{1}/_{2}$ Stein starken flachen Bogen geschlossen. Vorn am Herde in das Mundloch legt man einen flachen Feldstein, um das Mauerwerk mehr zu sichern. Auf der rechten Seite des Mundloches läßt man ein kleines Loch, um das Feuer beobachten zu können; dieses Loch verschließt man mit einem lose eingeschobenen Mauerstein. Das Heizloch selbst wird durch eine hölzerne Vorsetzethür geschlossen, welche durch eine angesetzte Holzsteife festgehalten wird. Der Rauch entweicht durch das Heizloch, welches so lange, als das Feuer im Ofen brennt, offen bleibt.

Diese Oefen stehen gewöhnlich auf freiem Felde. Ueber das Gewölbe macht man einen starken Lehmschlag, und außerdem werden sie mit Rasen bedeckt. Zuweilen macht man einen mit Dachsteinen gedeckten Ueberbau von Holz oder auch von Fachwerk, und in einzelnen Fällen baut man einen Vorraum mit einer Backstube daran.

Der lichte Durchmesser sowie die Höhe richten sich nach dem Back- und Darrbedarf, und ist der lichte Durchmesser nie unter $1^{1}/_{2}{}^{m}$ groß. Man erhitzt diese Oefen stets durch Reisholz oder Wurzelstöcke.

Es ist leicht einzusehen, daß, namentlich beim Brodbacken, dadurch, daß man den ganzen hohen Ofen jedesmal durchheizen, und das Heizloch dabei offen lassen muß, eine ganz unsinnige Holzverschwendung eintritt. Dazu kommt noch, daß der Ofen in der Regel ganz frei steht und im Winter, namentlich von außen her, immerfort abgekühlt wird, welches den Bedarf an Brennmaterial noch vergrößert. Wir haben diese Oefen nur deshalb beschrieben, weil sie, ungeachtet ihrer offenbaren Nachtheile, noch täglich wieder angefertigt werden, obgleich die Eigenthümer in wenig Jahren schon so viel an Brennmaterial ersparen würden, um sich einen flachen Backofen in ihrem Hause selbst zu erbauen; alle Unbequemlichkeiten nicht einmal gerechnet, denn diese Oefen müssen wegen Feuersgefahr beim Flachsdarren mindestens 63^{m} von jedem Hause entfernt liegen. Darren könnte man in Gemeindedarrhäusern, wenn man den Gestank beim Darren in Erdgruben vermeiden will.

2) Flachgewölbte Backöfen. Unter allen Umständen sind

diese besser als die in 1) beschriebenen Kuppelöfen. Die Figuren 536 bis 539 zeigen einen in Eldena erbauten Brodbackofen.

Fig. 536.

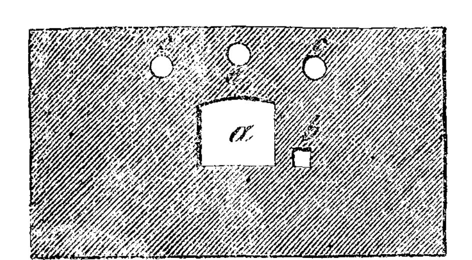


Fig. 537.

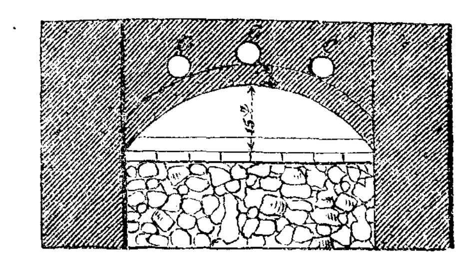


Fig. 538. Fig. 539.

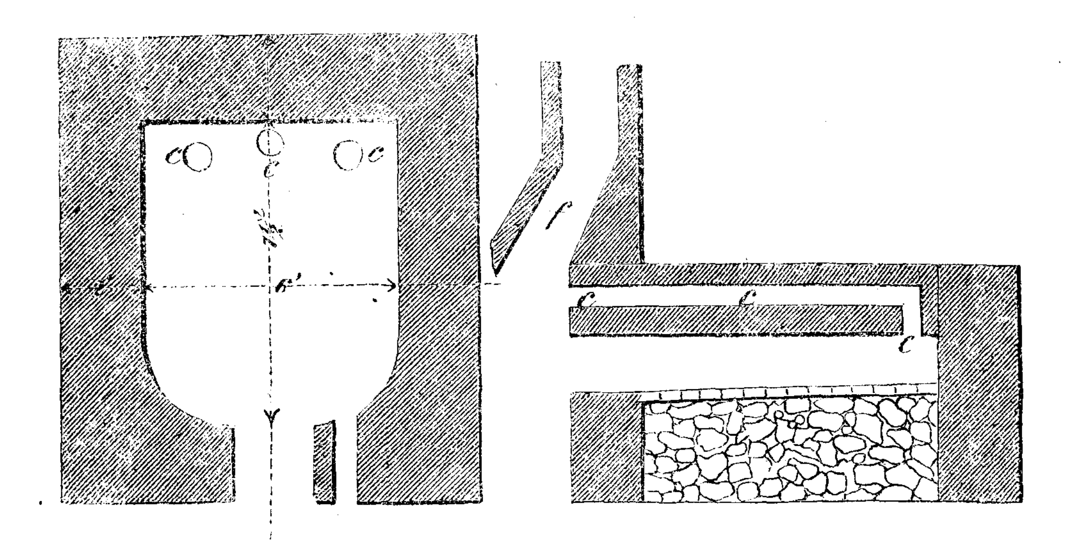


Fig. 536 ist die vordere Ansicht, worin a das Heizloch, mit einer davor befindlichen eisernen Thür; b ist ein kleines Loch, durch welches man das Feuer im Ofen beobachten kann; c c c sind die Ausmündungslöcher der weiter unten zu beschreibenden Rauchzüge. Vor diesem Ofen befindet sich ein Rauchmantel, welcher den aus den Oeffnungen c c c strömenden Rauch aufnimmt, und in den über dem Rauchmantel stehenden Schornstein abführt.

Fig. 537 ist der Querdurchschnitt des Ofens, worin c c c die über dem Gewölbe des Ofens liegenden Rauchzüge zeigen. Das Gewölbe ist 1 Stein stark und die Bogenhöhe beträgt 39 zm, bei einer Breite des Bogens von 1,9 m.

Fig. 538 zeigt den Grundriß mit eingeschriebenen Maßen. Hinten bemerkt man die Löcher c c c in der Gewölbedecke, durch welche der Rauch abzieht.

Fig. 539 zeigt den Durchschnitt nach der Länge. c c c ist der

mittlere Rauchzug, welcher hinten am Ofen durch das Gewölbe steigt, und über dem Gewölbe hinweg unter den Rauchmantel f geht.

Gleichlaufend mit diesem Zuge liegen die beiden andern auf jeder Seite desselben. Der Herd des Ofens ist mit einem Pflaster von Mauersteinen, flach in Lehm, versehen, und steigt nach hinten um 15 zm.

Die oberste Decke des Ofens bildet wieder eine Pflasterung von Mauersteinen, flach in Lehm gelegt. Die Rauchzüge ccc, welche über das Gewölbe gehen, erhitzen dasselbe von oben her und verhindern das Auskühlen des Ofens. Das Reinigen der Rauchzüge ccc geschieht, wenn man vor dem Ofen stehend die Stöpsel aus ihnen zieht, und den Ruß nach dem Herde hinunter stößt. Der Ofen selbst wird durch die Heizthür gereinigt. Bei der Anlage rechnet man auf jedes runde Brod von gewöhnlicher Größe 31 zm im Quadrat. Man kann solche Oefen in jedem Wohngebäude anlegen, woraus ihre große Bequemlichkeit gegen die in 1) beschriebenen wohl hinlänglich einleuchtet.

3) Die Figuren 540—544 zeigen eine andere Einrichtung eines solchen flachen Backofens, wie ihn die Bäcker jetzt gewöhnlich haben.

Fig. 540 ist der Grundriß, Fig. 541 die vordere Ansicht, Fig. 542 der Längendurchschnitt durch die Mitte des Grundrisses, Fig. 543 die Construction des Gewölbes, Fig. 544 der Querdurchschnitt vorn hinter dem Mundloche genommen. Die eingeschriebenen Maße machen alles deutlich.

Im Grundriß Fig. 540 bemerkt man bei cccc die vier Rauchzüge und die davon ausgehenden punktirten Linien zeigen ihren Gang über das Gewölbe. Sonst ist alles wie bei dem in 2) beschriebenen Ofen. Vor dem Mundloch liegt ein vortretender Stein zu größerer Bequemlichkeit. Das hölzerne Gefäß a, welches man unterhalb des Mundloches im Längendurchschnitt Fig. 542 bemerkt, dient um bei dem Ausfegen des Ofens die Asche und Ruß, oder beim Reinigen desselben das herabfließende Wasser aufzunehmen.

Fig. 540.

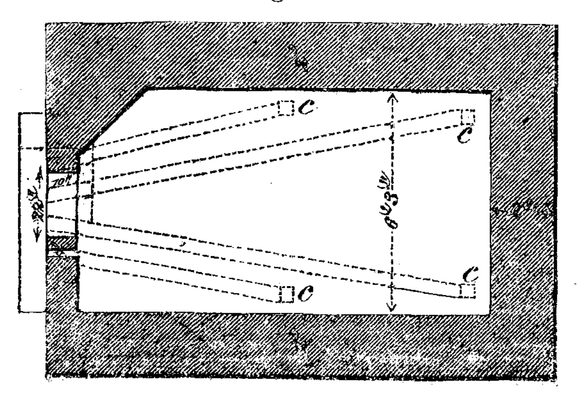


Fig. 541.

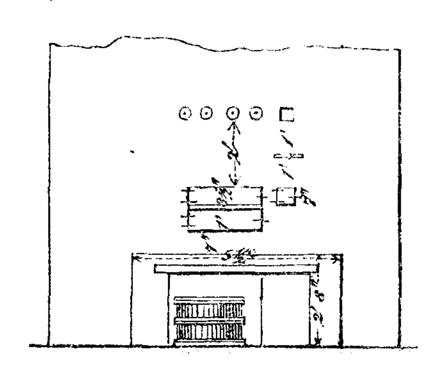


Fig. 542.

Fig. 543.

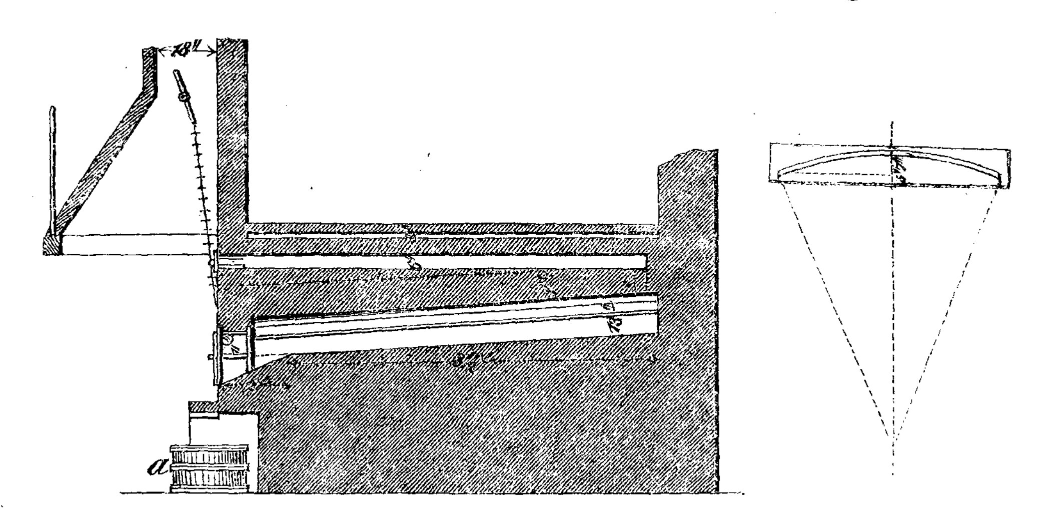
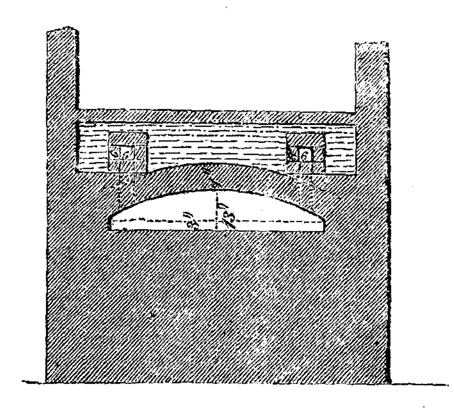


Fig. 544.



4) Die Zeitschrift für Bauhandwerker bringt eine Beschreibung über den Backofen mit Steinkohlenfeuerung von J. H. Essen in Osnabrück, wie folgt:

Fig. 545 und 546 zeigt zwei aufeinander rechtwinklige Vertikaldurchschnitte, Fig. 547 die äußere Ansicht von der Heizstelle aus gesehen, wobei man erkennt, daß es ein sogenannter Doppelofen ist, in welchem zwei gleich große Backräume A und A' entsprechend übereinander liegen. Jeder dieser Backräume ist 1,94^{m} breit, 2,87^{m} lang, der untere 31^{zm} hoch, der obere etwas niedriger. Der untere Backraum wird von 2 Gewölben getragen, über denen sich eine Sandschicht f befindet, wodurch die Hitze gleichförmig verbreitet und gemildert wird. Vor- und beziehungsweise unter diesem Backraume liegen in dem Mauerwerk die beiden Feuerungen c mit dem Roste a, welche mit feuerfesten Steinen überwölbt und mit einer quadratischen Thür von 23^{zm} Seitenlänge geschlossen werden. Von dem Roste a aus strömt die heiße Luft und die Verbrennungsprodukte durch die beiden Kanäle B, welche sich bei C in vier und bei D in acht Zweige theilen; unter und über dem Backraum vor den Feuer- und Aschenlöchern b und c ist eine eiserne Thür h angebracht, um eine Abkühlung der Kanäle zu verhüten, sowie zur Regulirung der Hitze entsprechende Schieber E, G und H vorhanden sind. Zu beiden Seiten der Heizungen sind endlich verschließbare Luftkanäle d ange-

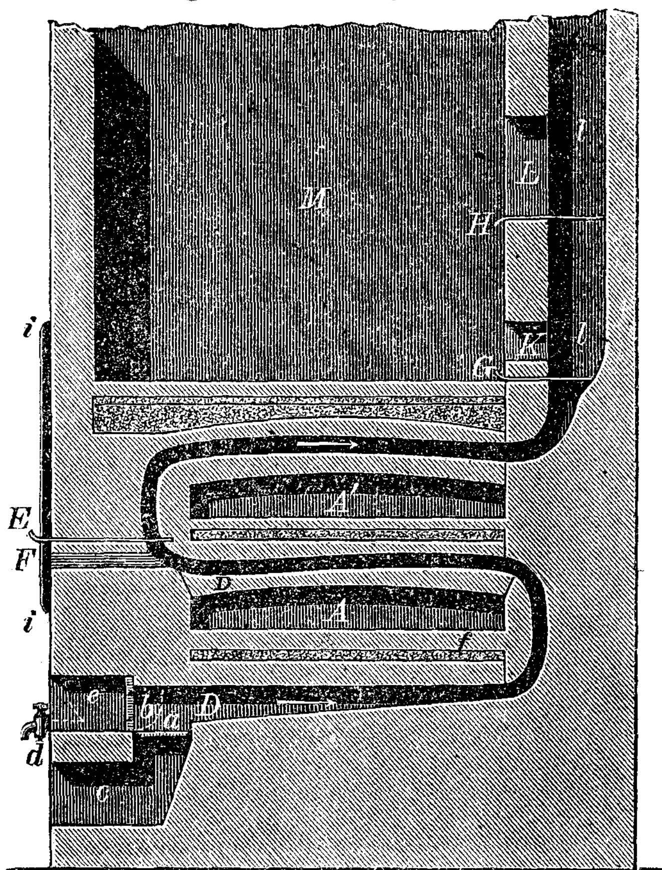
ordnet, welche für den Zweck einer vollständigen Verbrennung wesentliche Dienste leisten.

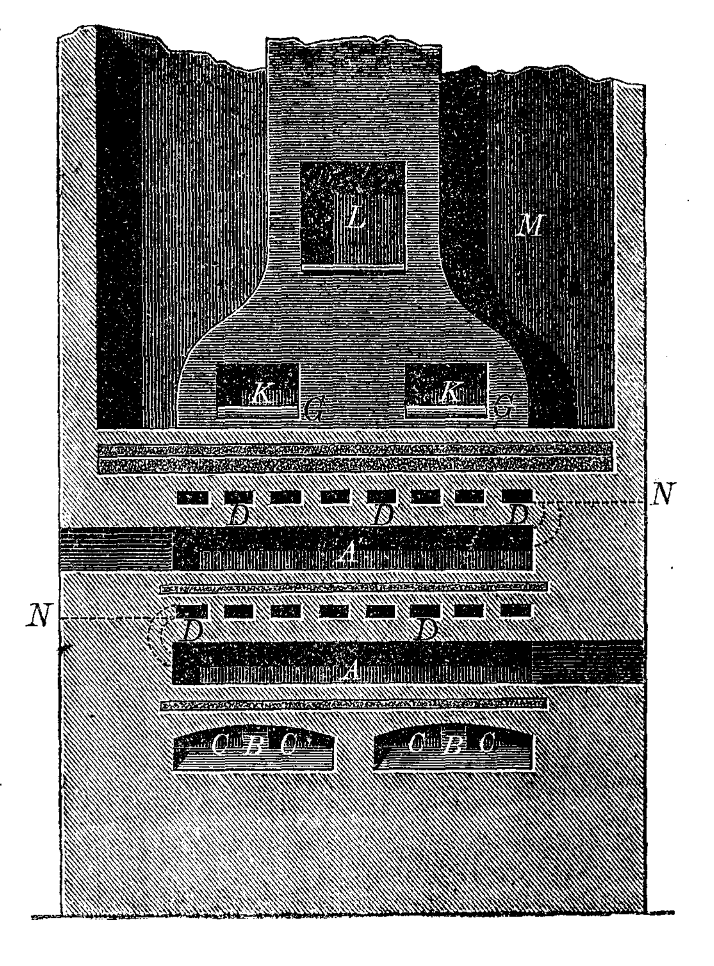
Der obere Ofen A' liegt unmittelbar über dem unteren A. Um die Hitze dieses Ofens der des unteren gleich zu machen, war es erforderlich, über denselben nicht nur eine Thon- und Sandschicht g f anzubringen, sondern ihn auch 31 zm niedriger zu machen, wodurch seine Nutzbarkeit nicht beeinträchtigt wird.

Um möglichste Vortheile aus der Feuerung zu ziehen, hat man zwischen den beiden Oefen einen Wasserkanal e Fig. 547 angebracht. Das heiße Wasser wird in der Bäckerei überhaupt verwendet und auch heiße Dämpfe durch das Rohr i auf die Backkammer M geleitet, wo sie das Aufgehen des Teiges fördern.

5) Fig. 548—568. Zeichnungen zu Clöter's Abhandlung: wie soll man neue Brodbacköfen erbauen und alte verbessern. (Siehe

Fig. 545. und Fig. 546.





Mustersammlung für Hafner und Ofenbauer 2c. von Dr. C. W. Dempp. 3. Heft.

Fig. 547.

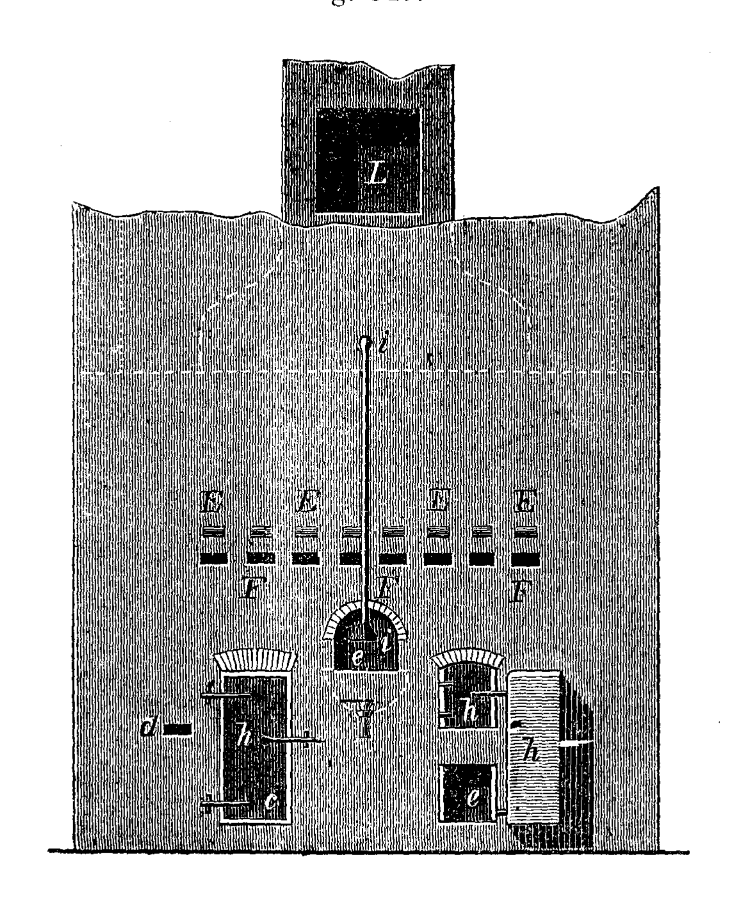
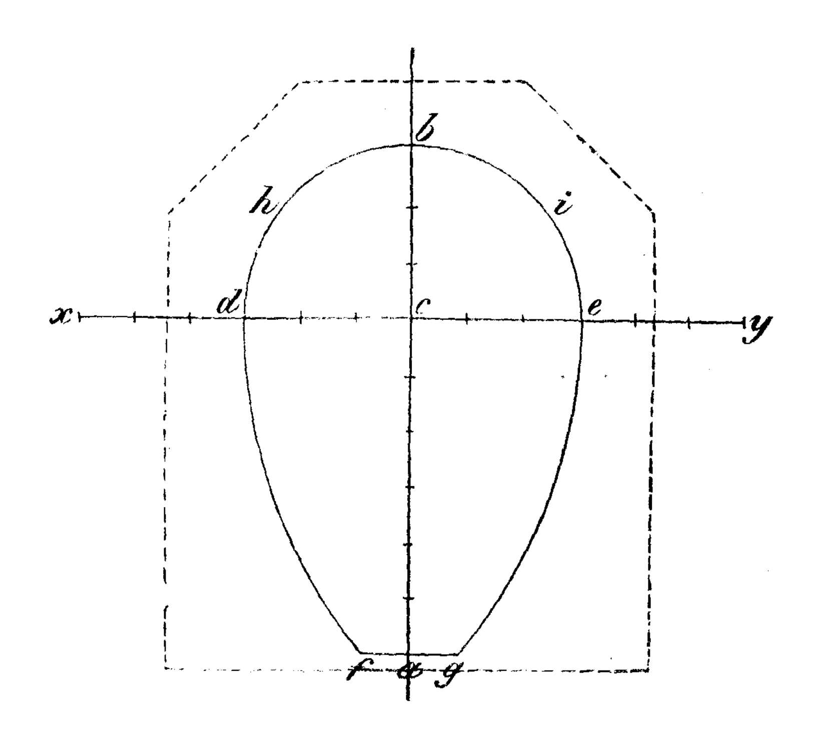


Fig. 548.



Als gedrängter Auszug werden hier die aus wiederholten Versuchen als bewährt hervorgegangenen Regeln über die Anlage neuer Brodbacköfen mitgetheilt.

Wie sich die Länge und Breite bei Brodbacköfen zu einander verhalte, hängt oft von dem Platze ab, wohin man den Backofen stellen will, da man ihn nicht immer so lang oder breit machen kann, als es sonst wohl am besten wäre. Ist kein sonstiges Hinderniß vorhanden, so scheint erfahrungsgemäß aus manchen Gründen das geschickteste Verhältniß das zu sein, daß man 9 Maßtheile auf die ganze Länge des Herdes (die Sohle des Mauerloches nicht gerechnet) und 6 Theile auf die Breite rechne. Ein Maßtheil wird nach Meter oder Zentimeter bestimmt. Es soll z. B. der Herd 270^{zm} lang werden, so ist der Maßtheil $^1/_9$ davon, nämlich 30^{zm}. In diesem Falle würde der Herd 180^{zm} breit. Oder es sollte der Herd 225^{zm} lang werden, so wäre ein Maßtheil $^1/_9$ davon, nämlich 25^{zm}, und der Herd würde 150^{zm} breit. Der Herd wird dann so auf das Papier gezeichnet, daß man die Linie ab als die Richtung der Länge zieht und solche in neun gleiche Theile abtheilt (Fig. 548). Vom Mundloche aus durch den sechsten Theilpunkt c zieht man eine rechtwinklige Linie über Kreuz xy, auf welcher man von c aus rechts und links drei Maßtheile absticht. Nun wird von c aus ein halber Kreis durch d, b und e gezogen. Die Punkte x und y sind von d und e so weit entfernt, als diese von c, nämlich drei Maßtheile, also neun Maßtheile von c aus. Von x und y ziehe man die beiden Seitenbogen eg und df. Andere obgleich weniger vortheilhafte Verhältnisse sind folgende:

Fig. 549. Zu neun Theilen Länge eine Breite von sieben Theilen. In diesem Falle zieht man die Querlinie von c zwischen dem fünften und sechsten Theilpunkte der Länge ab, beschreibt mit cb den Halbkreis dbe und von d und e aus die Bogen eg und df.

Fig. 550 zeigt eine Theilung zu neun Theilen Länge bei acht Theilen Breite. Es wird die Kreuzlinie durch den fünften Theilpunkt c gelegt; der Halbkreis mit vier Theilen gezogen und die Bogen df und eg von hi aus geführt.

Fig. 551. Zu neun Theilen Länge bei fünf Theilen Breite wird die Linie de durch c mitten zwischen den sechsten und siebenten Theilpunkt gezogen und mit $2^1/_2$ Theilen der Halbkreis. Die Kreuzlinie muß bis auf vier solche Halbmesser rechts und links von c aus verlängert werden und von x und y aus eg df gezogen werden.

Ueber diese beiden letzten Verhältnisse die Länge und Breite auszudehnen, ist nicht rathsam. Wird nämlich der Ofen sehr breit

Fig. 549. Fig. 550.

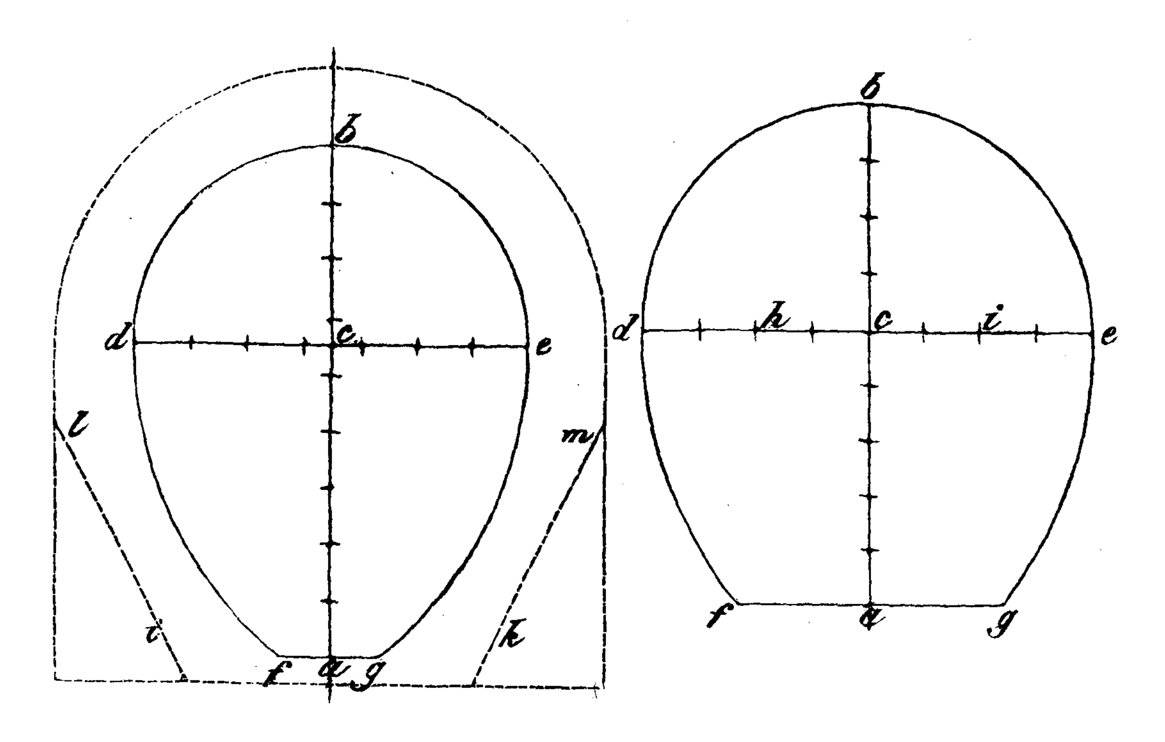
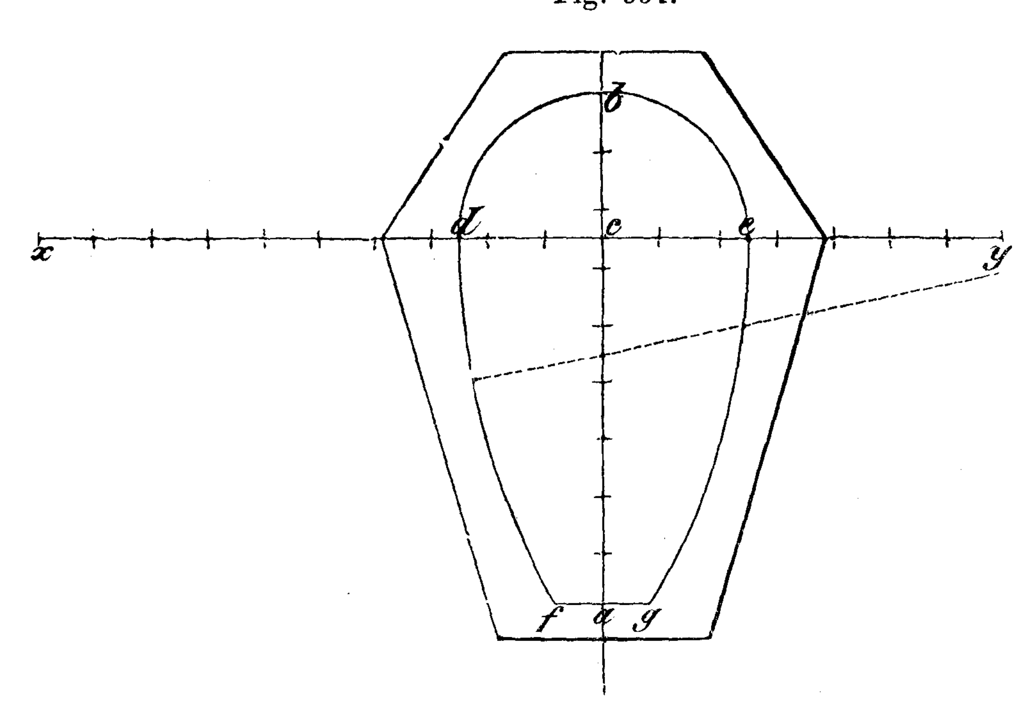


Fig. 551.



aber kurz, so ist zwar das Ein- und Ausbringen des Brodes ꝛc. bequem, aber der Ofen heizt sich schwer, weil der Heizzug nicht lange

in demselben verweilt. Wird er jedoch im Verhältniß zur Breite sehr lang, so mag er sich zwar leichter heizen, aber das Ein- und Ausbringen des Brodes wird zu unbequem. Ist die Größe und die Form des Herdes ermittelt, so kann man zur Ausführung des Baues schreiten.

a) Vor allem zeichne man sich den Herd auf die Baustelle. Ist diese so beschaffen, daß man die Linien df und eg nicht mit der Schnur ziehen kann, so muß man diesen Bogen auf ein Brett ziehen, welches man dann hinlegt und darnach den Grundriß dieser Seiten zieht. An der Seite, wo der Backofen an eine schon stehende (trockene) Wand angemauert werden muß, muß man wenigstens einen halben Backstein zur Anlage des Gewölbes rechnen, und also mit dem Herdriß so weit von dieser Wand entfernt bleiben. Wo aber der Backofen frei zu stehen kommt, rechnet man dazu wenigstens $1^1/_2$ oder lieber 2 Steine. Die beiden hinteren Ecken des Gemäuers können nach Umständen abgebrochen werden, oder man kann diesem Theile auch die Form, wie in Fig. 549 nach dem Halbkreise mit dem Herde geben. Werden die Ecken aufgemauert, wie Fig. 549, so dienen sie als Pfeiler zu größerer Festigkeit des Gewölbes.

b) Das Gemäuer wird nun mit der Unterlage des Herdes ausgefüllt. Ein Gewölbe unter den Herd zu setzen, ist nur in dem Falle rathsam, wenn der Vorplatz des Ofens ein stets warmer Raum ist, weil außerdem der Herd von unten zu sehr erkalten würde. Andere geschlossene Höhlungen (Kanäle) darunter anzubringen, läßt zwar den Herd trocken und warm, gestattet aber dem Ungeziefer einen erwünschten Aufenthalt. Am schicklichsten nimmt man zur Ausfüllung des innern Raumes zwischen dem Gemäuer Schmiedeschlacken, und wo sie nicht zu haben sind, kleine Steine, oder unten kleine Steine und obenauf Schmiedeschlacken.

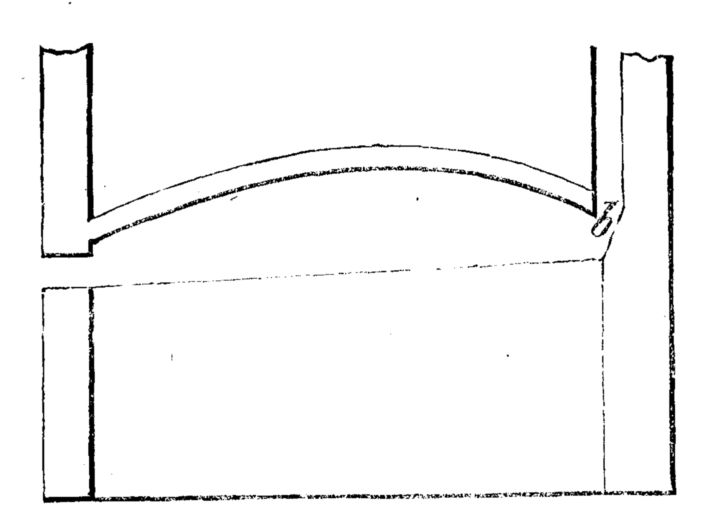
Letztere Schlacken oder kleine Steine dürfen nur bis ohngefähr 23^{zm} unter der Herdsohle emporreichen. Auf sie kommt eine Lage Kohlenklein (Kohllösche) oder ausgelauchte Asche 10^{zm} hoch, auf diese 5^{zm} hoch feiner Sand und darauf erst das Herdpflaster ohngefähr 8^{zm} dick.

Nie heizt sich ein Ofen bei einem wagerechten Herde so gut, als bei steigendem, und überdies hat ein steigender Herd das Gute, daß man die Brode leichter überschauen kann. Doch darf die Steigung auch nie so groß sein, daß die weichen Brode, in den Ofen gebracht, abwärts fließen, ehe sie genug erhärtet sind. (Aus demselben Grunde

müssen die Backöfen der Zuckerbäcker, worin man Torten bäckt, einen ganz wagerechten Herd haben.) Für den Meter Länge 8 zm Steigung wird ein geschicktes Verhältniß geben. Es ist gut, wenn diese Steigung von dem Mundloche aus 50 zm lang mehr beträgt (wie Fig. 559 zu sehen ist), nämlich 10 zm auf diese Länge. Dadurch kommt die Stürze (der obere Theil) des Mundloches tiefer zu stehen, was dem Ofen ungemein ersprießlich ist, und es bleiben doch noch 10 zm, um den Herd zu übersehen und den Stiel der Backschaufel (des Schießens, Schusse) aufzunehmen. Doch ist es auch nicht sehr viel gefehlt, wenn der Herd wie Fig. 525 gestaltet ist.

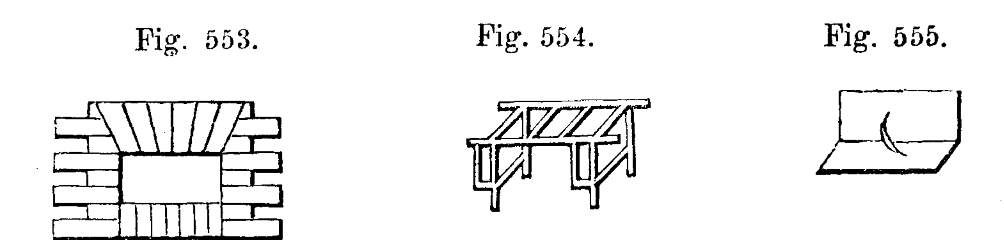
c) Wenn die Sandfläche für den Herd zubereitet ist, und die Seitenmauern des Ofens eben so weit geführt, auch ringsum nach der angenommenen Gestalt und nach der Neigung des Herdes gerichtet sind, wird der Herd aus breiten Ziegelsteinen (Bäckerziegeln Ofenplatten) gelegt. (In Ermangelung derselben jedoch auch mit flachen Mauersteinen.) Es dürfen aber diese Herdsteine nicht mit den Seitenmauern verbunden werden, sondern sollen neben diesen nach der Form des Herdes abgerundet sein, weil man letztere sonst nicht so leicht herausnehmen und den Herd erneuern kann, so oft er es bedarf. — Man kann auch den Herd aus Lehm (Thon) schlagen. Vom Mundloche einwärts auf 30 zm muß man beim Gebrauche eines Lehmschlages den Herd aus gebrannten Steinen machen, weil sich dort der Lehm nicht fest brennen würde.

Fig. 552.



d) Das Mundloch soll mit großer Sorgfalt behandelt werden

Die Weite desselben richtet sich theils nach der Breite des Gebäckes, welches einzuschieben ist, theils nach der Breite des Backofens. Die obere Linie (Stürze) desselben wird am besten nicht im Bogen, sondern gerade gemacht. Wie der Maurer die Steine behauen und zusammensetzen soll, zeigt Fig. 553. Bäcker lassen gewöhnlich einen Korb von Eisen mit einmauern, wie Fig. 554, mit Nuthen versehen, in welchen das Thürchen, welches ein Schieber ist, auf- und abbewegt


Fig. 553. Fig. 554. Fig. 555.

werden kann. Das Thürchen hängt an einer kleingliederigen Kette, welche entweder über eine Rolle geht und auf der andern Seite ein Gegengewicht trägt (Fig. 556) oder durch einen Hebel mit Kreissegment und Gegengewicht gezogen wird. — Bei gewöhnlichen Backöfen wird das Thürchen auf die Art aus Eisenblech gebildet, wie es Fig. 555 zeigt, so daß es mittels seines unteren Randes auf den Vorsprung vor dem Mundloche schicklich aufstehe und, weil es größer ist als dieses, an den Rand desselben sich anlege. Wenn man feuerfeste Bruchsteine hat, so wird das ganze Mundloch am besten aus Einem Stücke verfertigt.

e) Die Leuchte 2c. erhält eine besondere Oeffnung von der Seite des Mundloches, gewöhnlich zur rechten Hand (Fig. 557). Sie kommt oben mit der Höhe des Mundloches gleich, hat aber gegen den Ofen hin nur 10^{zm} ins Gevierte; die Kanten desselben sind gegen den Ofen zu, wie Fig. 556 zeigt, schief zugehend. Gegen außen ist die Oeffnung 15^{zm} breit und 21^{zm} hoch, und nimmt in der Mitte der Höhe gleichlaufend mit der innern Wand ein bewegliches Eisenstäbchen auf (Fig. 557 gh), damit die Leuchtspäne daran gelehnt werden können. Für die innere Oeffnung wird ein Stein gehauen, welcher solche genau schließen kann, wenn das Brod im Ofen bäckt. Damit vom Leuchtfeuer kein Rauch in den Ofen ziehe, ist von der Leuchtöffnung aus ein kleiner Kamin in die Wand aufwärts eingemauert, welches bei k (Fig. 556) ausmündet. Man kann noch besser den Ofen auch durch eine einfache Lampe von dieser Oeffnung aus beleuchten.

f) Zugleich mit dem Mundloche sind die Seitenwände des Ofens

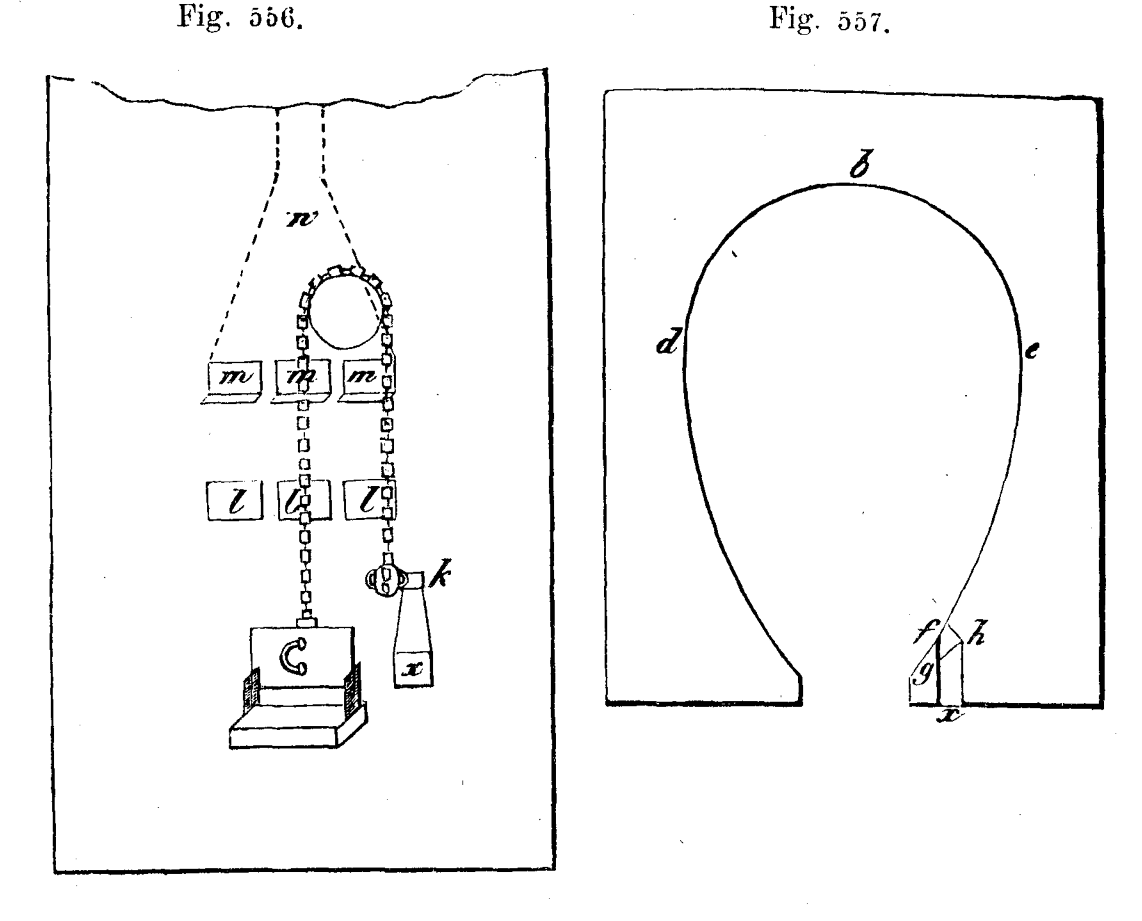


Fig. 556. Fig. 557.

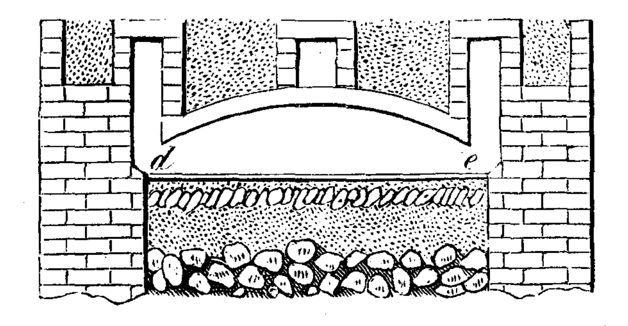
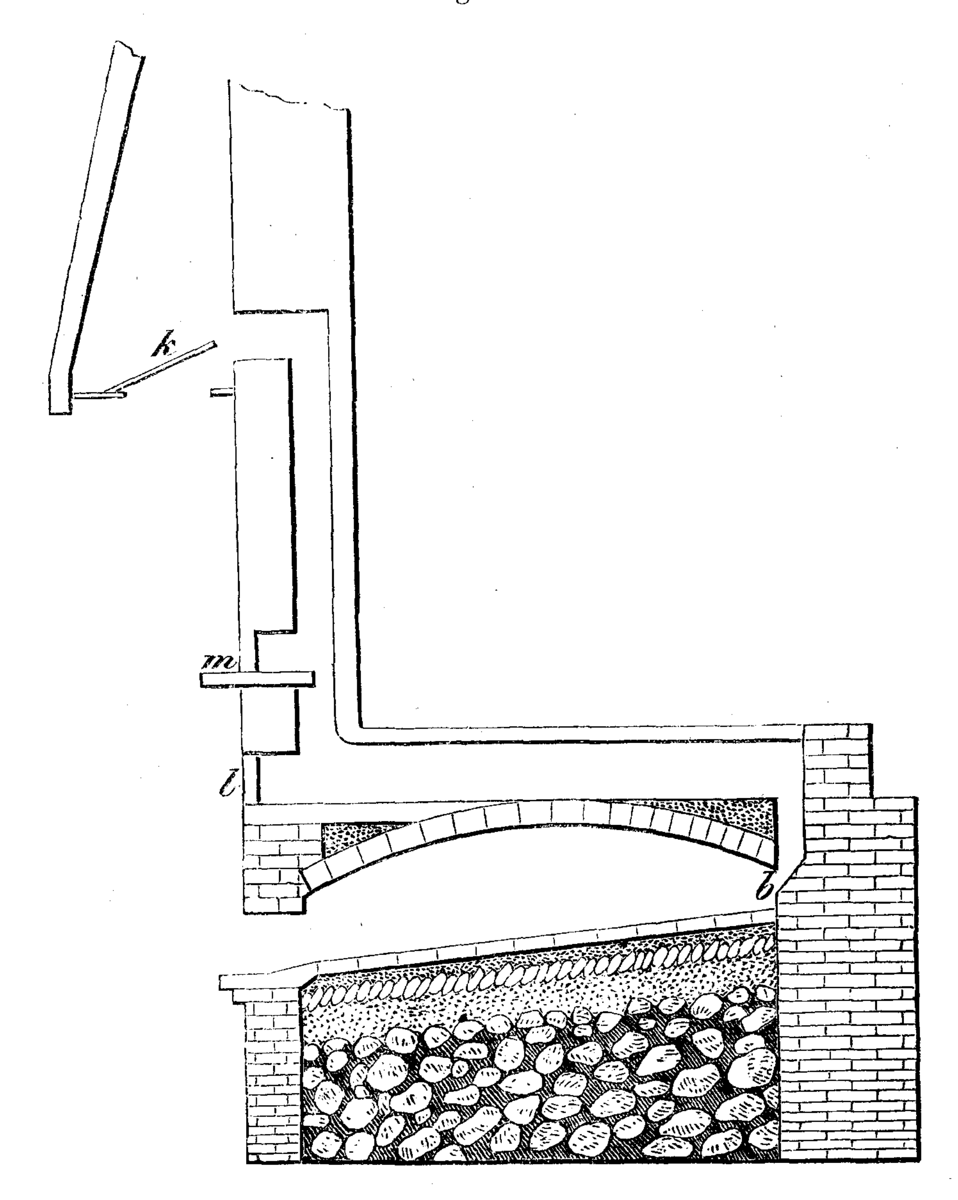


Fig. 558.

nebst den nöthigen Widerlagern für das Gewölbe aufzusetzen. Nur 15—18^{zm} hoch, von dem Herde aus gerechnet, fängt das Gewölbe an. Sobald die erste Lage mit Ziegelsteinen fertig ist, also ohngefähr 8^{zm} über der Herdsohle werden in der Gegend dbe Fig. 557, 558 und 559 die Rauchkanäle angelegt. Da sie 23^{zm} im Quadrat groß werden, so kommt auf die Seitenmauer ein Theil der Oeffnung und einer ins Gewölbe, so aber, daß ihr oberer Theil in jedem Falle

Fig. 559.



noch höher als die Stürze des Mundloches liege, aber ja nicht höher, als dazu unumgänglich nöthig ist. Je mehr der Herd Steigung hat, desto näher der Herdsohle können die Rauchlöcher gerückt werden, welches für die Heizung vortheilhaft ist.

Wenn, wie Fig. 559, die hintere Außenwand des Backofens rund gemacht ist, so kann man in der Höhe der Gewölbeanfänge einen dünnen aber breiten Eisenstab herumziehen, welcher vorn die Richtung von li mk in der Mauer hat, bei i und k Schlüssel bekömmt, und dann wie ein Reif auf die Seiten und Hintertheile des Ofens befestigend wirkt.

g) Gewölbe. Bisher ist bei den Bäckern angenommen, daß sich ein Ofen um so besser heize, und daß er um so besser backe, je

niedriger das Gewölbe ist. Meine Erfahrung hat bewiesen, daß von diesen Umständen nicht so viel abhänge, sondern vielmehr davon, daß die Rauchzüge nahe genug am Herde angebracht werden. In einem höheren Ofen geschieht die Verbrennung besser, und das Gewölbe giebt zur Erhitzung mehr Fläche, strahlt also auch nach der Erhitzung mehr Wärme aus. Natürlich würde letzterer Vortheil aufhören, wenn das Gewölbe so hoch wäre, daß die Wärmestrahlen entweder einen zu weiten Weg gegen das Brod herabzumachen, oder wenn diese Strahlen ihre Brennpunkte noch oberhalb des Herdes hätten, wie in Fig. 560. Allerdings fallen von einem höheren Gewölbe aus gegen die Mitte des Herdes verhältnißmäßig mehr Wärmestrahlen als gegen die Seiten desselben, wie in Fig. 561 und Fig. 562. Aber an den Seiten ist das Gewölbe nicht so ferne von dem Herde und seine Wärmestrahlen sind daher um so kräftiger, so daß doch eine ziemlich gleiche Erhitzung des Herdes von oben herab in allen seinen Theilen stattfindet.

Fig. 560.

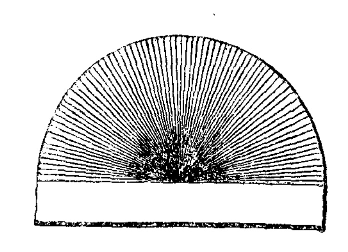


Fig. 561.

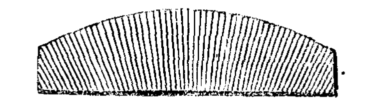
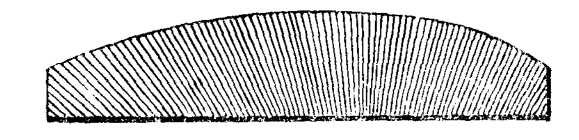


Fig. 562.



Das Wölben muß aus freier Hand geschehen, aber nach Lehrbogen, von denen zunächst einer nach der größten Weite, und einer nach der größten Länge des Ofens aufgestellt wird.

Um den großen Querbogen zu fertigen, zeichnet man sich auf einem ebenen Boden eine gerade Linie (Fig. 563) de, welche so lang ist, als der Ofen weit. Diese Linie wird in sechs Theile getheilt. Von dem mittelsten Theilpunkt c zieht man mit dem Winkelmaße eine senkrechte Linie cp und trägt vier der gefundenen Theile auf. Man legt nun an de ein schickliches Brett an und zeichnet von dem vierten Theilpunkt p aus den Bogen dre auf dieses Brett. Für größere (höhere) Brode kann man den Bogen von o oder auch von n aus führen.

Der Längenbogen besteht aus zwei verschiedenen Bogenlinien Die hintere krumme Linie dieses Bogens wird nämlich genau so gemacht, als die Hälfte des Querbogens, den vorderen Theil aber macht man am besten aus freier Hand und zwar nach folgenden Anhaltspunkten (Fig. 564). Gleichlaufend mit der größten Linie de zieht man quer durch den Herd drei andere Linien, die kürzeste st um 15^{zm} hinter der Mauer des Mundloches, und die andern beiden uv und wz in gleichen Zwischenräumen zwischen die größte und kleinste Querlinie hinein. Für jede dieser drei Linien verfertigt man Bogen auf eben die Art, wie bei dem größten Querbogen, nämlich so, daß man die gerade Linie in sechs gleiche Theile theilt, und vom vierten rc. Theilpunkte aus die Bogen zieht. Die vier hölzernen Querbogen müssen so zersägt werden, daß so viel Holz ausfällt, als das Brett des mittleren langen Bogens dick ist.

Fig. 563.

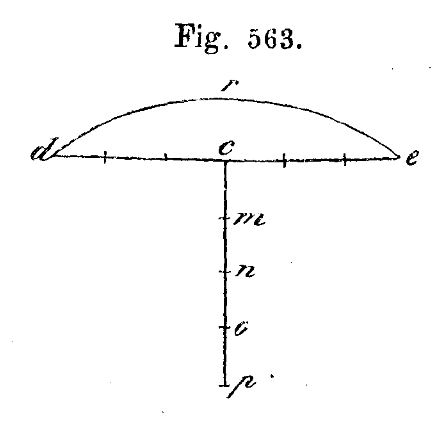
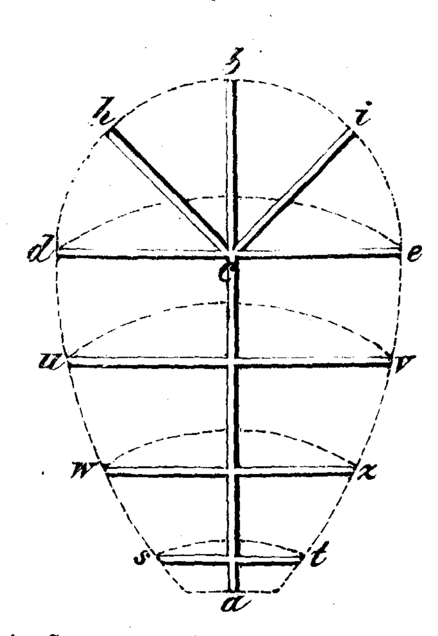


Fig. 564.

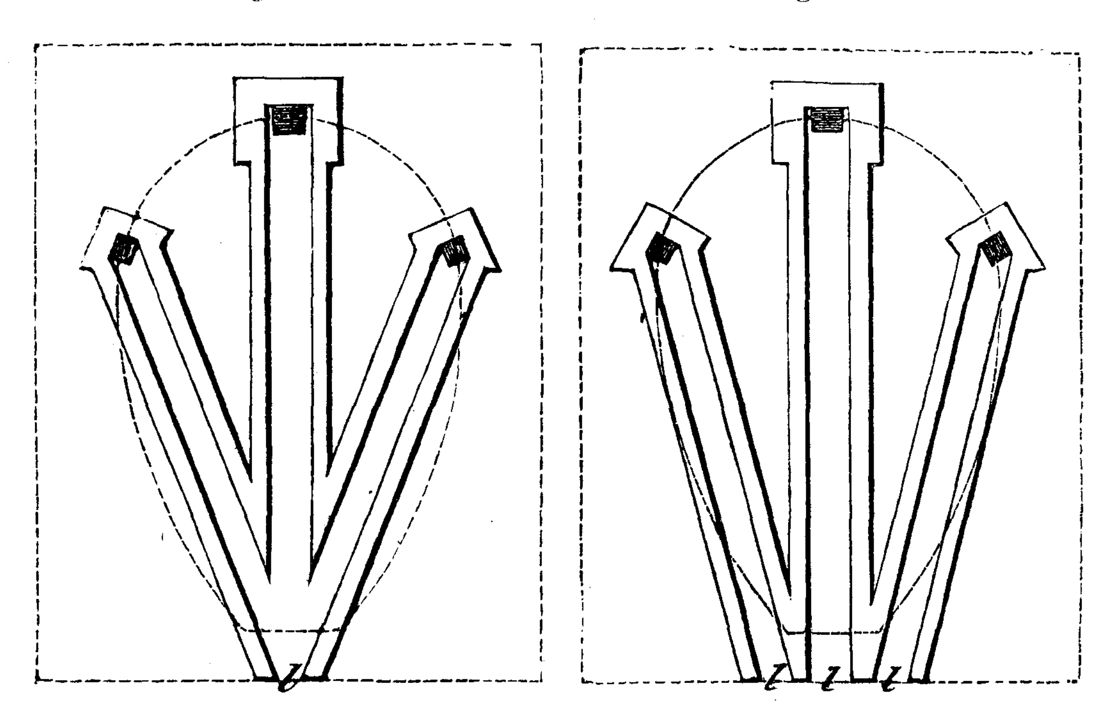


Man stellt nun das zum Längenbogen bestimmte Brett auf, und die Querbogen in den gehörigen Zwischenräumen von beiden Seiten an dasselbe an, so zwar, daß man sie durch schief eingeschlagene Nägel anheftet. Nach der Höhe dieser Bogen kann man nun leicht die anderen Bogenlinien auf den Längenbogen aus freier Hand zeichnen und solchen darnach berabeiten. Jetzt hat man nur noch für den hinteren Theil des Ofens zwei halbe Zwischenbogen ch und ci zu bilden, welche ebenfalls von der Hälfte des größten Querbogens abgeschrieben werden. Es sind nun alle Theile dieses Gerippes durch Nägel aneinander zu befestigen. Nachdem das Gewölbe geschlossen, muß es ein paar Zoll dick mit Lehm überschlagen werden, worunter viel Kohlenklein gemengt ist.

h) Nach Verfertigung des Gewölbes werden die liegenden Rauchkanäle 15^{zm} weit und 21^{zm} hoch angelegt. Bei gewöhnlichen Backöfen zu größeren Broden kann man diese, wie Fig. 538 zeigt, vorn oberhalb des Mundloches zusammenführen, doch so, daß man sie

von l aus (Fig. 566 und 567) bequem reinigen kann. Zu diesem Ende ist bei l ein Backstein eingesetzt, welcher diese Oeffnung gut schließt, und deshalb nach dem Reinigen verklebt wird. In einen Kanal vereinigt, geht der Rauch von da aus in der Stirnmauer, oberhalb des Mundloches, wenigstens 1^{m} hoch oder mehr in die Höhe (Fig. 559). Der Kanal hat hier eine Weite von $21-26^{zm}$ und bei m ist ein Schieber oder eine Klappe eingemauert.

Fig. 566. Fig. 567.



Bei Oefen, wo man die Hitze genau regeln muß, z. B. in Bäckereien, Lebküchereien 2c., werden die Rauchkanäle so geführt, daß jeder seinen besondern aufrechtstehenden Kanal hat (welches überhaupt besser ist) und jeder zu einem besonderen Verschluß einen Schieber, der in eisernen Nuthen geht, wozu der Rahm mit eingemauert wird. Zu diesen Schiebern muß man ebenfalls durch die verschließbare Oeffnung (Fig. 556 mmm) kommen können, um nachzuhelfen, wenn etwas daran fehlt. Diese aufrechten Kanäle münden in den Kamin (Rauchfang Fig. 557 w). Wird letzterer unterhalb der Kanäle geschlossen*, so wird der Zug im Ofen lebhafter und der Raum vor dem Ofen (Backküche 2c.) bleibt wärmer und rauch- und rußfrei. — Es leuchtet ein, daß man auf diese Weise nicht so, wie gewöhnlich, von der Stellung des Kamins abhängt, da man sonst das Mundloch des Ofens stets unter das Kamin setzt. Man kann nämlich den Rauch in einem schiefen Kanal zum Kamine fortleiten, wenn auch

letzterer nicht zunächst am Mundloche des Ofens sich befindet. Es könnten die drei Kanäle in einen engen sogenannten russischen Kamin zusammengezogen und so weiter geführt werden. Eine eben solche Verführung kann nämlich auch stattfinden, wo die Kanäle schon zu bald (Fig. 566) vereinigt worden sind. In Fig. 568 ist zu sehen, wie man das Mundloch nach unten vergrößern muß, so daß vom Mundloch aus der Herd des Backofens jäh aufwärts steigt. Dann kann Platz werden, daß man auch Flachs oder Hanf hineinbringen kann. Wenn man auf dem Herde mit der Setzwage verwiegt, so soll der Bogen d nur 21 zm über der wagerechten Linie ee anfangen.

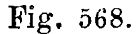
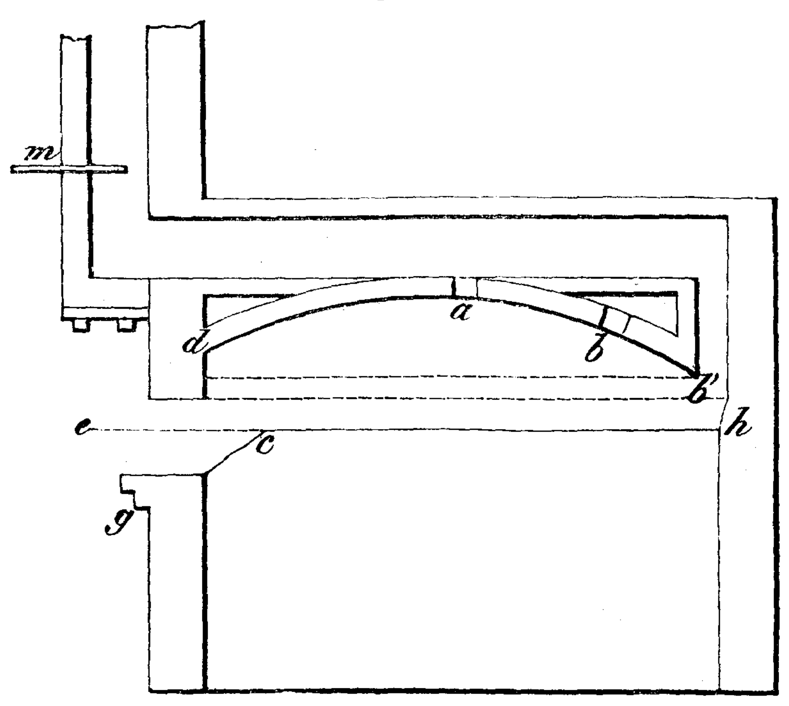


Fig. 568.



Einige in neuerer Zeit an den Backöfen und in ihrem Betrieb gemachte Verbesserungen wollen wir hier noch kurz andeuten.

Die Brodbacköfen für einzelne Haushaltungen sind Brennmaterial verschwendend; denn um zu backen, ist man genöthigt längere Zeit zu feuern, bis der Ofen so weit erwärmt ist, daß das Gebäck während $^3/_4$ bis einer Stunde einer Temperatur von etwa 210° Celsius ausgesetzt ist und gar werden kann. Nachdem dies geschehen, kühlt der Ofen wieder aus, wodurch die ganze in ihm noch angesammelte Wärme verloren geht. Wird hingegen zweimal hintereinander gebacken, so wird die zurückgebliebene Wärme mit benutzt und man braucht für dieses zweite Gebäck nur kürzere Zeit und weniger zu feuern, als für das erste und so vermindert sich das Nachfeuern

für das dritte, vierte und fünfte Gebäck, so daß man zu diesem etwa nur $1/3$ des Brennmaterials braucht, welches zum ersten Anfeuern erforderlich ist. Es hat sich gezeigt, daß nach dem fünften Gebäck der Backofen (die Ziegel und der Lehm, aus welchen er erbaut ist), so durchgewärmt ist, und so viel Wärme an die äußere Luft abgiebt, daß von jetzt ab für alle folgenden Gebäcke ein gleich starkes Nachheizen erforderlich ist, wozu aber nur $1/3$ der Brennstoffmenge nöthig ist, als zum ersten Anheizen. Man wird daher erkennen, daß Gemeindebacköfen, in welchen nahezu hintereinander gebacken wird, eine bedeutende Brennmaterialersparniß geben.

Aber auch an den Backöfen selbst suchte man verschiedene Verbesserungen vorzunehmen.

Herr Civil-Ingenieur Lespinasse zu Paris hat einen Backofen construirt, bei welchem (ähnlich den Kanälen, welche den Rauch über dem Gewölbe oder der Haube des Ofens nach dem Schornstein leiten) unter der Sohle des Herdes Kanäle angebracht sind, welche die Luft zur Speisung des Herdfeuers aufnehmen, so daß also während des Heizens das Mundloch geschlossen wird, weil die zum Verbrennen nöthige Luft durch die Herdcanäle einströmt.

Das Nützliche dieses Verfahrens gründet sich darauf, daß warme Luft das Feuer weniger abkühlt als kalte. Ist nun ein Backofen einige Zeit im Betrieb, so erwärmt sich nicht blos das Gewölbe, sondern auch das Mauerwerk unter dem Herde, folglich wird die Luft, welche durch die unter dem Herde befindlichen Kanäle zum Feuer strömt, erwärmt. Diese Luftmenge wird außerdem durch Register nach Bedarf vergrößert oder vermindert und ebenso wird die Durchgangsmenge des Rauchs nach dem Schornstein regulirt (man vergleiche die Casseler Flammziegelöfen S. 48), wodurch man es in der Gewalt hat, die Verbrennung zu beschleunigen oder zu verzögern und dem Ofen die Hitze während des Einschießens der Brode und während der Zeit zum Backen zu erhalten.

Außer den bisher besprochenen intermittirenden oder Backöfen mit unterbrochenem Betriebe, bei welchen das Feuer auf dem Herde brennt, hat man auch continuirende Backöfen (mit ununterbrochenem Gange) construirt, bei welchen das Feuer nicht im Herdraum brennt, sondern wo das Backen entweder durch erwärmte Luft, oder durch überhitzte Wasserdämpfe, oder durch überhitztes Wasser erfolgt. Im ersteren Fall besteht der Herd entweder ganz oder theilweise aus Eisenplatten und die Feuerung liegt unter dem Herde und bleibt also

ganz getrennt von demselben (ähnlich, wie wenn man in einer Bratröhre bäckt). Ein solcher Backofen ist nach der Angabe des Herrn Serré in der Dresdener Communalbäckerei in Betrieb. Zur besseren Regulirung der Feuerung liegen unter dem Herd des Backofens zwei Roste neben einander, von denen aus der Zug unter dem Herd nach hinten geht, dort in die Höhe steigt und über den Backraum nach dem vorn stehenden Schornstein geleitet wird. Man kann also hierbei den Backraum ununterbrochen heizen und jedes beliebige Brennmaterial verwenden, wenn ihm entsprechend der Rost, die Züge und der Schornstein eingerichtet sind. Damit nun aber auch das Ein- und Ausschieben des Gebäckes fast augenblicklich erfolgen kann, befindet sich über dem Herd eine Bahn ohne Ende, die mittelst einer Kurbel bewegt werden kann. Die zu backenden Brode kommen auf einen Blechkarren zu liegen, der durch die Bewegung der Bahn schnell in den Backraum gezogen wird; mit gleicher Schnelligkeit und auf dieselbe Weise erfolgt das Ausschieben des fertigen Gebäcks.

Die Heizung der Backöfen mit überhitzten Wasserdämpfen, die dadurch erhalten werden, daß man Wasserdämpfe durch glühende Röhren streichen und dann in den Backraum gelangen läßt, verspricht keine Erfolge, da diese Dämpfe im Backraum zu viel Feuchtigkeit erzeugen, wodurch das Brod schwammig wird.

Die andere continuirliche Heizung durch überhitztes Wasser, von Perkins ausgeführt, ist wegen der Möglichkeit einer Explosion nicht ganz gefahrlos. Die Feuerung ist getrennt vom Backraum und eine Verbindung zwischen beiden findet nur noch ein oder zwei geschlossene, spiralförmige, mit Wasser gefüllte Rohrleitungen statt. Der untere Theil der Röhren wird bis zum Rothglühen erhitzt. Das Wasser in diesem Theil der Rohrleitung ist heißer und leichter als das im obern Theil, wodurch eine Circulation des Wassers innerhalb der Röhren entsteht, wobei es den Backraum erwärmt. Die Röhren müssen vor ihrem Gebrauch einem Probedruck von 600K. pro □ zm Fläche unterworfen werden; haben aber nur einem Druck 210K. pro □ zm zu widerstehen, wobei sie bis 370° C. erhitzt werden können, während das Backen bei einer Temperatur von 210° erfolgt.

§. 74. Anlage gewöhnlicher Dampfkesselfeuerungen, Dampfschornsteine, Dampfkesselfeuerungen mit Rauchverzehrung.

Da die Kenntniß der Kesselfeuerungen bei baulichen Anlagen

oft von großer Wichtigkeit ist, so wollen wir dieselben mit Rücksicht auf die gewöhnlichen Arten der Kessel etwas näher besprechen, als es sonst dem Plan des Buches entsprechend wäre. Was zunächst die Größe der Dampfkessel betrifft, so ist diese abhängig von der Menge Wasser, welche in einer bestimmten Zeit verdampft werden soll und hierbei kommt es wesentlich auf die vom Feuer berührte Fläche, sowie auf die Güte des Brennmaterials an. Unter der vom Feuer berührten Fläche des Kessels versteht man dabei nur die Fläche, welche unmittelbar vom Feuer berührt werden kann und nicht die Fläche, welche von dem Mauerwerk der Züge berührt wird. Denn, wiewohl dieses Mauerwerk mit der Zeit glühend wird, so giebt es doch viel langsamer seine Wärme an den Kessel ab, als die Flamme selbst. Was das Brennmaterial betrifft, so leuchtet ohne Weiteres ein, daß gutes Brennmaterial, wenn dabei der Zug noch auf künstliche Weise befördert wird, mehr Wärme und mehr Dampf liefert als schlechtes Brennmaterial und daß demnach im ersteren Fall die vom Feuer berührte Fläche und sonach der Kessel kleiner sein können.

Bisweilen liegt es dem Maurermeister ob, zu beurtheilen, ob ein verkäuflicher Kessel von einer gewissen Anzahl Pferdekräften groß genug sei, um eine bestimmte Menge Flüssigkeit in einer bestimmten Zeit zum Kochen zu erhitzen. Alsdann rechnet man annähernd, daß für eine Pferdekraft ein Pfund Dampf in der Minute nöthig ist, und um denselben zu entwickeln, muß der Kessel etwa $1^1/_2\square^m$ feuerberührte Fläche haben. 1 Pfund Dampf von 80^0 Réaumur kann aber $5^1/_2$ Pfund Wasser zum Kochen erhitzen. Sollten z. B. $1^1/_2$ Kbm. Wasser = 3300 Pfd. Wasser oder $35^1/_2$ Hectoliter Kartoffeln, die bekanntlich zum größten Theil aus Wasser bestehen und ungefähr 3300 Pfund wiegen, in einer Stunde zum Kochen erhitzt werden, so müßte der Kessel in einer Stunde 3300 Pfund dividirt durch $5^1/_2$ = 600 Pfund Wasser verdampfen, also in einer Minute 10 Pfund. Danach wäre der Kessel annähernd für eine Maschine von 10 Pferdekräften ausreichend und die vom Feuer berührte Fläche müßte $10 \,.\, 1^1/_2 = 15\square^m$ betragen. Da man bei gewöhnlichen cylindrischen Kesseln etwa $^1/_2$, bei Kesseln mit einem Feuerrohr etwa $^2/_3$ der äußern Kesseloberfläche als feuerberührte Fläche annimmt, so müßte der Kessel im ersteren Fall $15 \,.\, 2 = 30\square^m$, im letzteren $15 \,.\, {^2/_3} = 22^1/_2\square^m$ äußere Oberfläche haben.

Kocht man hintereinander fort, so kann der Kessel kleiner sein,

als wenn man nur in gewissen Zeiträumen kocht, wo dann der Kessel jedesmal abkühlt und von neuem angewärmt werden muß.

Wenn der Dampf, wie wir im vorliegenden Beispiel voraussetzten, unmittelbar in die Flüssigkeiten (oder in die Kartoffeln) tritt, die zum Kochen gebracht werden sollen, so vermehrt er die Flüssigkeit, indem er bei der Abkühlung zu Wasser wird; darf hingegen eine Verdünnung der Flüssigkeit nicht stattfinden, wie z. B. wenn Maische erwärmt werden soll, dann muß man den Dampf in Röhren um oder durch die Flüssigkeit leiten, und in diesem Fall muß er höher als 80° erwärmt und stärker gespannt werden.

Formen und Eigenschaften der Kessel. Die Form der Kessel ist insofern gleichgültig, als die Menge Dampf, welche entwickelt wird, wesentlich von der feuerberührten Fläche abhängt. Die einfachste Form der Kessel ist die cylindrische (im Querschnitt also kreisförmig), weil diese die größte Festigkeit bietet und alle Kessel bestehen entweder aus einem oder aus mehreren Cylindern. Der gewöhnliche cylindrische Kessel, sowie der später erwähnte Doppelkessel sind der Festigkeit wegen an den Enden gewöhnlich nach einem Kugelabschnitt gekrümmt, während die Kessel mit Feuerröhren an den Enden eben sind. Die ersteren Kessel haben vor den letzteren den Vorzug, daß sie leicht gereinigt werden können.

Wenn in dem Kessel ein Rohr oder zwei Röhren liegen, durch welche die Flamme schlägt, so nennt man dieselben Feuerröhren. Wenn beide Arten von Kesseln dieselbe feuerberührte Fläche haben, so ist die Dampfmenge, die sie entwickeln, gleich, dagegen ist der Querschnitt der Röhren ein verschiedener und dies ist von Einfluß auf den Zug. Andererseits haben Kessel mit einem größeren Feuerrohr vor Kesseln mit zwei kleineren Feuerröhren den Vorzug, daß, wenn beide dieselbe feuerberührte Fläche haben, doch die ersteren schneller Dampf geben, weil sie weniger Wasser enthalten; denn ein größeres Feuerrohr, das eben so viel Fläche hat, als zwei kleinere, hat einen größeren körperlichen Inhalt als die beiden kleineren und verdrängt daher mehr Wasser. Ein nachtheiliger Umstand ist jedoch der, daß man bei Kesseln mit einem Feuerrohr schwer hinzu kann zum Reinigen und Entfernen des Kessel- oder Pfannensteins.

Jedes Wasser, namentlich das Brunnenwasser, enthält etwas kohlensauren und schwefelsauren Kalk (Gyps) aufgelöst, der sich beim Kochen des Wassers auf dem Boden des Kessels als fester Stein absetzt. Geht der erste Zug vom Rost aus in das Feuerrohr und wird

der Kesselboden in seinem tiefsten Punkte durch eine Zunge unterstützt, so setzt sich der Kesselstein namentlich über dem Feuerrohr an, wo er leicht entfernt werden kann. Wird hingegen der Kessel durch das Mauerwerk der Seitenzüge getragen, und geht der erste Zug unter dem Boden des Kessels entlang, dann setzt sich der Kesselstein hauptsächlich unter dem Feuerrohr am Boden des Kessels ab, wo er nicht allein schwer losgehauen werden kann, sondern auch als schlechter Leiter die Wärme nicht schnell genug an das Wasser abgiebt. Hierdurch entsteht nicht allein ein Wärmeverlust, sondern, indem der Kessel mit der Zeit glühend wird, kann der Kesselstein springen, wodurch das Wasser mit der glühenden Kesselwand in Berührung kommt und, indem es sich dann plötzlich in Dampf verwandelt, eine Explosion entstehen kann; obwohl dieselbe eher davon herrühren wird, daß zu wenig Wasser im Kessel ist, und daß in Folge dessen die Kesselwand an den Seitenzügen glühend wird. Wenn aber auch dieser seltene Fall gar nicht eintritt, so verbrennt doch der Kessel schneller, und da man der Kosten wegen immer darauf sehen muß, den Kessel möglichst lange zu erhalten, so wendet man, sofern das Wasser viel Stein absetzt, Kessel mit einem Feuerrohr gar nicht an und wo es geschieht, leitet man den ersten Zug nicht unter den Kesselboden. Setzt hingegen das Wasser sehr wenig Kesselstein ab, so ist es für die Wärmebenutzung vortheilhaft, den ersten Zug unter den Kesselboden zu leiten, wie wir dies später bei den Formen der Züge erläutern werden. Bei dem, in den Figuren 579—582 dargestellten Kessel mit zwei Feuerröhren, dessen Einmauerung weiterhin besprochen werden wird, kann der Kesselstein leichter entfernt werden, da unter den beiden Röhren bb Fig. 581 noch so viel Platz verbleibt, daß man noch gut hinzu kann, um den Stein loszuhauen. (Man hat auch versucht, den Kesselstein durch andere mechanische Mittel, durch Sägespäne, Kartoffelbrei, kleine feste Kugeln, und auch durch chemische Mittel zu beseitigen, allein es sind nicht die gewünschten Resultate damit erzielt worden; in neuerer Zeit wird sogenanntes Diamantöl empfohlen.)

Der Kessel könnte ferner dadurch verbrennen, daß er zu dick wäre und deshalb die Wärme nicht schnell genug an das Wasser abgäbe. Dieser Fall tritt jedoch nicht ein und ist nur insofern zu beachten, als man, sofern die erste Nietenreihe über die Feuerbrücke trifft, ein Gewölbe unter dem vorderen Theil des Kesselbodens anbringt und dasselbe bis hinter die erste Nietenreihe reichen läßt, damit diese nicht verbrennt.

Für feststehende Kessel werden gewöhnlich nur ein oder zwei Feuerröhren angewendet, während Locomotivkessel bis 200 kleine Röhren haben.

Ist der Kessel in Verbindung gesetzt mit anderen cylindrischen Röhren, die mit Wasser gefüllt sind, das mit dem Wasser des Kessels durch kurze Verbindungsröhren im Zusammenhange steht, so nennt man diese Röhren Sie der öhren. Während das Feuer durch die Feuer- oder Flammenröhren geht, welche innerhalb des Kessels liegen, streicht es um die Sieder öhren, die gewöhnlich unter dem Kessel und in einiger Entfernung von einander liegen. Die Siederöhren müssen übrigens mindestens 37 zm Durchmesser haben, damit sie wenigstens von einem Jungen gereinigt werden können. Statt der Kessel mit mehreren kleinen Siederöhren, wendet man der leichteren Reinigung wegen auch zwei übereinanderliegende Kessel, sogenannte Doppelkessel an, von denen der untere ganz, der obere etwas über die Hälfte mit Wasser gefüllt ist. Beide Kessel sind durch senkrechte Röhren von 16 bis etwa 56 zm Länge mit einander verbunden (gekuppelt). Sie sind, wie die meisten cylindrischen Kessel ohne Feuerröhren, an den Enden nicht gerade, sondern nach einem flachen Kugelabschnitt gekrümmt. Dabei ist derjenige Kessel, unter welchem zuerst das Feuer hinstreicht, der längere. Kessel mit Siede- und Flammenröhren werden ebenfalls häufig angewendet.

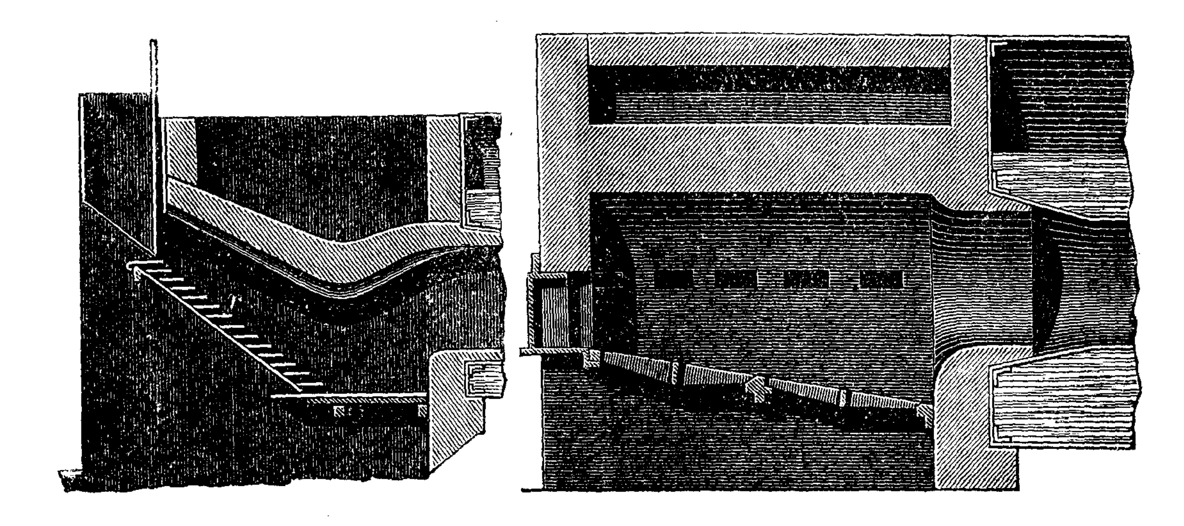
Als Material wendet man zu größeren Dampfkesseln nicht mehr Kupferblech, sondern Eisenblech an.

Wie weiter oben gesagt wurde, kommt bei den Kesseln hauptsächlich die vom Feuer berührte Fläche in Betracht und diese ist abhängig von der Temperatur, welche durch die Verbrennung erzeugt wird. Dem Brennmaterial muß zunächst die gehörige Menge Luft zugeführt werden; wird zu viel Luft zugeführt, so findet eine Abkühlung statt, während im anderen Falle, wenn zu wenig Luft hinzutritt, ein unvollkommenes Verbrennen stattfindet; doch ist es immer besser zu viel, als zu wenig Luft zuzuführen. Die Zuführung der nöthige Menge Luft bedingt die Größe des Rostes oder eigentlich die lichte Zwischenweite zwischen den Roststäben.

Ueber Rostgröße 2c. siehe § 14 und 67 d. W. Für kleines bröckliches Brennmaterial, wie Grieskohlen, ist es vortheilhaft, einen sogenannten Treppenrost anzuwenden, der wie eine kleine Treppe schräg gestellt ist und aus Seitenwangen und dazwischen eingelegten Stäben besteht, Fig. 569. Um diese Treppenroste bequemer reinigen

zu können, sind sie drehbar um einen Punkt, der sich in der oberen Hälfte befinden muß, damit sie sich nicht von selbst drehen. Für gewöhnliche Brennmaterialien wendet man die früher erwähnten geraden Roste an. (Vergl. Fig. 575 und 580). Die Roststäbe liegen am tieferen Ende auf einer eisernen Querstange und wenn der Rost lang ist, so werden zwei Roste der Länge nach aneinander gestoßen und in der Mitte durch eine Querstange unterstützt, Fig. 570. Das höher liegende Ende der Roststäbe liegt entweder in einem Falz, der sich in der Bodenplatte (Vorplatte) der Feuerthür befindet, oder was

Fig. 569. Fig. 570.



besser ist, auf einer eisernen Querstange, die aber mindestens 0,6 zm von der Feuerthür entfernt liegen muß, weil die Roststäbe sich durch die Wärme ausdehnen und sonst die Feuerthür herausdrängen würden. Da sich aber dann immer noch Schlacken zwischen den Rost und die Feuerthür setzen können, so schlägt Herr Prof. Fink vor, die Roststäbe an den Enden nach unten zu abzuschrägen, ebenso wie sie im Querschnitt nach unten zu sich verjüngen, damit die Schlacken besser durchfallen können. Den Etagenrost haben wir bereits in §. 70, Fig. 516 gezeigt.

Von dem Rost aus läßt man das Feuer gewöhnlich durch eine etwas engere Oeffnung schlagen, weshalb man gleich hinter dem Roste eine sogenannte Feuerbrücke anlegt, die entweder gerade abgeglichen wird, oder wo das Gewölbe fehlt, kreisförmig und zwar concentrisch zu dem Querschnittskreis des Kessels ist. Der Zweck derselben ist, die brennbaren Gase möglichst zusammenzudrängen, damit sie sich zu der gleichzeitig durchströmenden atmosphärischen Luft vollständig mischen

und so ein vollkommenes Verbrennen erfolge. Die Größe ist ebenfalls in §. 67 angegeben.

Was die Züge betrifft, so werden enge Zugkanäle im Allgemeinen den Zug vermehren; da aber dann die Verbrennungsproducte mit zu großer Geschwindigkeit in den Schornstein gelangen, so wird das Brennmaterial nicht hinreichend benutzt; sind die Züge dabei niedrig, so kann man sie öfter um den Kessel herumleiten, aber man verliert an feuerberührter Fläche, da mehr Zungenmauerwerk nöthig ist; außerdem setzen sich diese Züge, besonders wenn man nicht gute Steinkohlen, sondern leichtere Brennmaterialien anwendet, zu schnell voll Asche, wodurch der Zug gehemmt wird. Sind die Züge zu weit, so kann man bei kleineren Kesseln das Feuer nicht oft genug herumleiten und es geht demnach ebenfalls mit zu großer Hitze in den Schornstein, ohne daß ein lebhaftes Verbrennen erreicht wird. Deshalb macht man den Zug unter dem Boden des Kessels groß und breit, weil hier die meiste Flugasche sich absetzt und die Seitenzüge schmal und so hoch, als es mit Rücksicht auf den Wasserstand im Kessel nach den späterhin folgenden, gesetzlichen Bestimmungen zulässig ist; außerdem läßt man die Seitenzüge bisweilen etwas tiefer heruntergehen, als für den Augenblick nöthig ist, damit die mitgenommene Flugasche sich absetzen kann, ohne den Zug des Feuers zu hindern.

Da bei dem Zusammendrängen des Feuers über der Feuerbrücke eine möglichst vollständige Verbrennung stattfinden soll und da ferner die Spitzflamme, welche über die Feuerbrücke schlägt, am heißesten ist (also den größten Raum bedarf) und von da nach dem Schornstein zu an Wärme verliert, so macht man die Züge hinter der Feuerbrücke weiter.

Zunächst findet eine bedeutende Erweiterung dicht hinter der Feuerbrücke statt, die oft einige Fuß hinuntergeht. In dieser Vertiefung setzt sich die mitgenommene Flug- oder Flottasche zum Theil nieder und wird von Zeit zu Zeit durch die Oeffnung g (Fig. 579 und 580) herausgenommen.

Die Form der Züge muß so gewählt werden, daß möglichst viel Fläche von der Kesselwand begrenzt wird; man macht daher die an den Seiten des Kessels liegenden Züge lieber schmal, aber so hoch als thunlich (sie müssen nach den später mitgetheilten gesetzlichen Bestimmungen 11^{zm} unter dem niedrigsten Wasserstande bleiben). Am vortheilhaftesten ist es, bei ziemlich reinem Speisewasser, wenn

der höchste Theil des Zuges nicht vom Mauerwerk, sondern vom Kessel begrenzt wird und da dies bei den Seitenzügen nicht zu erreichen ist (vergl. Fig. 581), so sind diese Züge im angenommenen Falle für die Erwärmung nicht so wirksam, als der unter dem Boden oder durch das Feuerrohr gehende Zug.

Was die Führung der Züge betrifft, so ist diese hauptsächlich von der Art des Kessels, von der Lage des Schornsteins und davon abhängig, ob das Wasser mehr oder weniger Bodensatz absetzt.

Anmerkung. Wir werden im Folgenden ein Mehreres über die Leitung der Züge besprechen, ohne jedoch jeden einzelnen Fall durch Zeichnungen zu erläutern, sondern, so weit einzelne Theile z. B. die Lage des Rostes oder die der Zugkanäle sich ähnlich gestalten, wie in den schon erwähnten Figuren, nur auf diese verweisen.

Gewöhnlich liegt der Schornstein der Feuerung entgegengesetzt, entweder in der Mitte oder am rechten oder linken hintern Ende, und dann läßt man den Zug meistens dreimal und nur höchst selten fünfmal entlang des Kessels gehen. Man unterscheidet nun:

a) Gewöhnliche cylindrische Kessel.

Diese Kessel finden nur selten und fast nur da Anwendung, wo eine disponible Flamme, z. B. bei Hohöfen, noch verwendet werden soll.

Hat der Kessel weder Feuer- noch Siederöhren, so ist derselbe an den Enden nicht eben, sondern nach einem Kugelabschnitt gekrümmt. Die Feuerung liegt dabei unter dem Kessel und der erste Zug geht unter dem Kesselboden nach hinten, steigt hinten etwas in die Höhe und schmiegt sich (wenn der Schornstein auf der rechten Seite liegt) in den linken Zugkanal, geht in diesem vor und vorn über das Rostgewölbe fort nach dem rechten Zugkanal und in diesem hinten nach dem Schornstein, die Lage des Rostes ist dabei wie in den Figuren 579 und 580; hinter dem Rost kommt eine Feuerbrücke f. Für die Rauchverbrennung ist es gut, den Rost bis hinter die Feuerbrücke zu überwölben, was außerdem den Vortheil bietet, daß der Kessel durch die starke Hitze über der Feuerbrücke nicht leidet, besonders wenn gerade eine Nietenreihe darüber trifft. Hinten, wo der Zug in den Schornstein geht, wird ähnlich wie in Figur 576 ein Schieber d zur Regulirung des Zuges angebracht. Vorn an den Enden der Seitenzüge befinden sich Reinigungsöffnungen (vergl. Fig. 582 cc), die auf den Boden des Zuges angelegt werden und 3 Schichten hoch und 13 zm breit sind; gewöhnlich wird eine gußeiserne Zange mit Winkeleisen gleich mit vermauert und die Oeffnungen wer-

en mit einem Deckel, der mit einem Handgriff versehen ist, oder durch
:ne Blechthür abgeschlossen. Das Mauerwerk wird möglichst hoch
inaufgeführt oder der Kessel wird oben mit Dachsteinen in Lehm

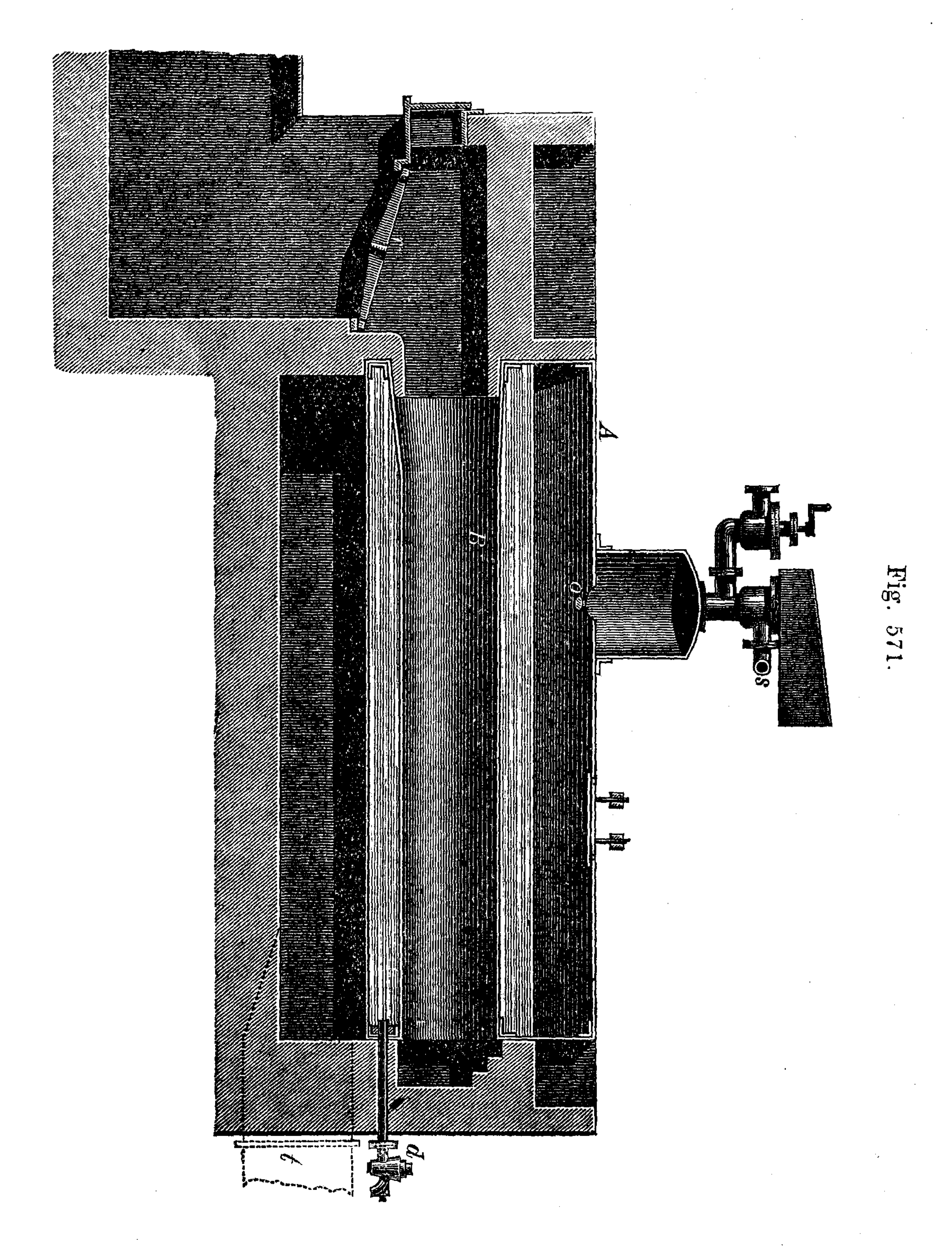


Fig. 571.

abgedeckt, um die Wärme mehr zusammenzuhalten. Ueber die Wandstärken und das Material zum Kesselmauerwerk wird später noch einiges bemerkt werden.

b) Kessel mit einem Feuerrohre.

Hierbei hat man solche zu unterscheiden, die von einer Vorfeuerung geheizt werden, und solche, bei denen sich die Feuerung in dem Feuerrohre selbst befindet.

Fig. 572

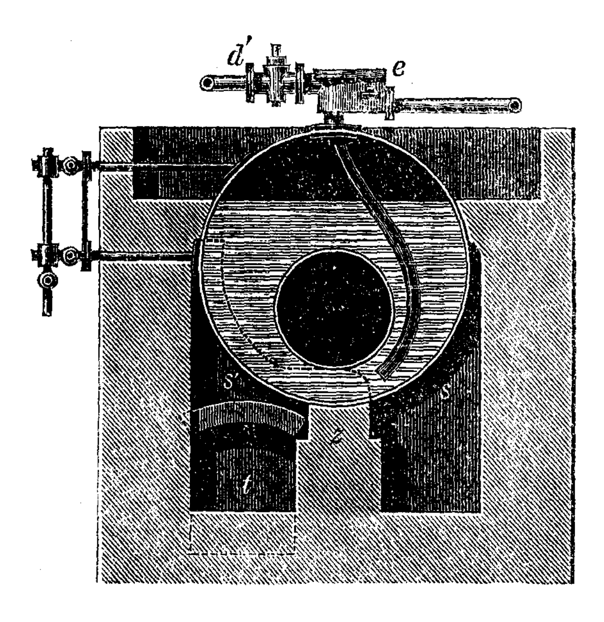


Fig. 571 und 572 zeigt einen Kessel mit Feuerrohr, bei dem der Rost r in einem besondern überwölbten Raume liegt. A ist der äußere Kessel, B das Feuerrohr, welches nach vorn etwas erweitert ist, damit von der Vorfeuerung aus ein schwacher Ring von Chamottesteinen eingesetzt werden kann, wodurch das Feuerrohr sehr geschützt ist. Das Feuer geht vom Rost r durch das Feuerrohr, kann an der Seite s des äußeren Kessels, und zuletzt nach s' hin und von hier in den Abzugskanal t gelangen, welcher nach dem Schornsteine führt.

Wenn das Wasser viel Kesselstein absetzt, läßt man den ersten Zug durch das Feuerrohr nach hinten und den zweiten Zug, in die beiden Seitenzüge getheilt, vorgehen; hierauf vereinigen sich beide Züge unter dem Kesselboden und gehen als ein Zug hinten nach dem Schornstein. Wenn hingegen das Wasser weniger Bodensatz absetzt, so ziehen es viele Techniker vor, den zweiten Zug unter dem Kesselboden (und den dritten Zug in den Seitenkanälen) entlang zu führen, weil die Flamme dann noch mehr Wärme besitzt, als wenn sie erst durch die Seitenkanäle geht, und weil der unter dem Kesselboden gehende Zug an und für sich wirksamer ist, da die höchsten Stellen des Zuges vom Kessel selbst gebildet werden.

Fig. 573—576 zeigt eine andere derartige Feuerung. A ist der Dampfkessel, B das Feuerrohr. Der mit Wasser gefüllte Kessel wird sowohl durch das Feuer unter dem Kessel, als auch durch die Hitze, die durch das Feuerrohr geht, erhitzt. Es ist darauf zu sehen, daß die Unterlage a stark genug wird, um die Last des Kessels zu tragen, und daß der Schirm oder der vordere Theil des Kessels nicht zu nahe an den Rost komme, um der Flamme genügenden Spielraum

Fig. 573 B.

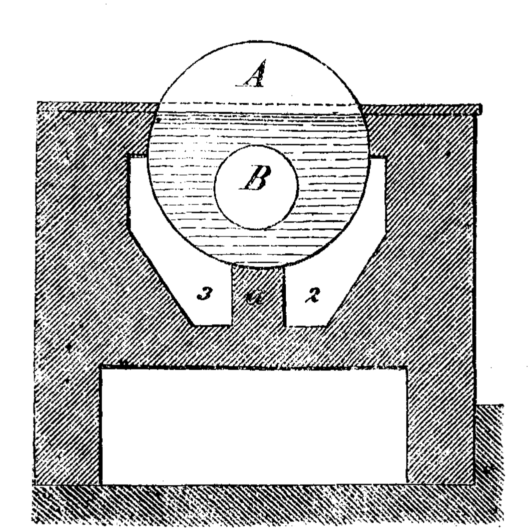


Fig. 574.

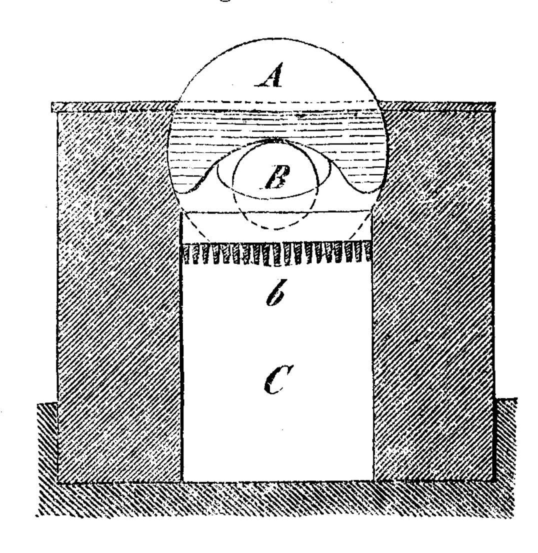


Fig. 575.

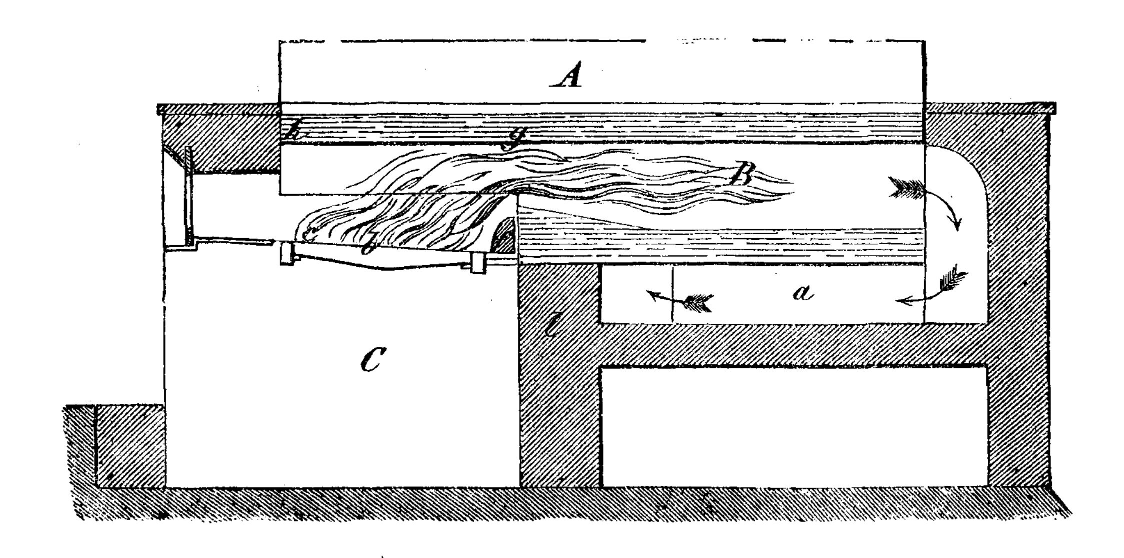
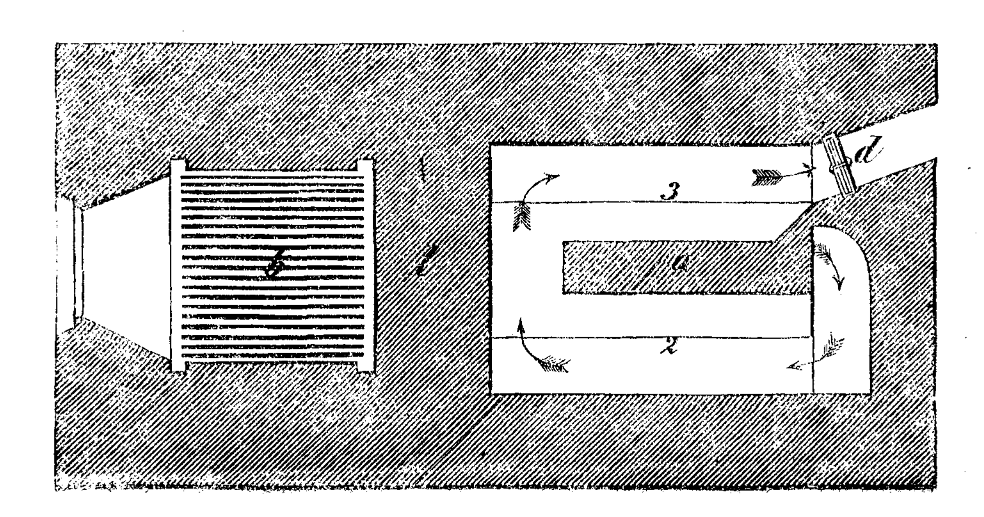


Fig. 576.



zu lassen. Die Form des Rostes hängt von dem zu verwendenden Material ab. Die Decke des Herdes wird mit einer Schicht Backsteine oder Sandsteinplatten geschlossen.

Das auf dem Rost b brennende Feuer geht zunächst durch das Feuerrohr bei fg hinein. Der Kessel ist also nicht durchweg ein Cylinder, sondern das Stück von g bis f fehlt daran, und das Feuerrohr B ist kürzer als der Kessel selbst. Die Gestalt des Kesselstückes g bis f ist aus Fig. 574 zu ersehen, im Allgemeinen aber, wegen der Dampfspannung, nicht zum empfehlen.

Hat das Feuer das Rohr verlassen, so bewegt es sich nach der Richtung der Pfeile um den Kessel und unter den Kessel, soweit es die Aufmauerung a erlaubt nach dem Rauchzuge d, welcher in den Schornstein ausmündet.

Nicht immer geht das Feuer zuerst durch das Siederohr, sondern geht erst unter dem Kessel fort, alsdann durch das Feuerrohr und tritt aus diesem in den Schornstein. In diesem Falle fehlt die gemauerte Unterlage a, sondern wird der Kessel von den Seiteneinmauerungen gehalten, was namentlich bei kleinen Kesseln der Fall ist. Auch muß man dafür sorgen, daß in den wagerechten Zügen Vertiefungen angebracht werden, in denen die Flugasche sich absetzen kann. Diese Vertiefungen müssen aber bequem zu reinigen sein.

Bisweilen rückt man die Mauer l um die Hälfte ihrer Stärke näher an die Feuerthür und führt die vordere Hälfte derselben als Feuerbrücke hinauf, wodurch gleichzeitig die Züge 2 und 3 etwas verlängert werden.

Eine andere Anordnung der Züge für einen Kessel mit einem Feuerrohr ist folgende: Das Feuer geht vom Roste über die Feuerbrücke durch das Feuerrohr, schlägt dann nach unten und geht unter dem Boden des Kessels vor bis in die Nähe der Feuerbrücke, wo es durch eine schräge Zunge zu einem Theil rechts, zum anderen links in den neben dem Aschenfall befindlichen Kanälen bis an die vordere Kesselmauer vorgeht, daselbst in die Höhe schlägt und nun in den Seitenkanälen nach dem Schornstein läuft. In diesem Falle wird der Kessel nicht durch eine Zunge a, Fig. 573 bis 575, sondern durch das Mauerwerk der Seitenzüge unterstützt. Die Vereinigung der Seitenzüge erfolgt dabei am besten in sanft geschweiften Bogen, und nicht durch scharfe rechtwinklige Biegungen. Durch Zeichnungen dargestellt findet man diese Einmauerung in dem schon erwähnten ersten Heft der „Blätter für gewerbliche Baukunde“ von J. Manger, Berlin, Verlag von Ernst und Korn.

Wenn es an Raum gebricht, so daß man den Rost nicht vor den Kessel legen kann, und wenn ferner das Feuerrohr eben so lang ist, als der Kessel, dann legt man den Rost unter den Kessel, also den ersten Zug unter den Kesselboden. Die Anordnung der Züge ist dabei, wie für den Fig. 579—583 dargestellten Kessel mit zwei Feuerröhren; nur hat man statt der zwei Feuerröhren ein größeres anzunehmen. Der Zug geht vom Rost über die Feuerbrücke f unter dem Boden des Kessels nach hinten, in dem Feuerrohr vor, theilt sich vorn nach den beiden Seitenzügen ss und geht durch diese nach

Fig. 577.

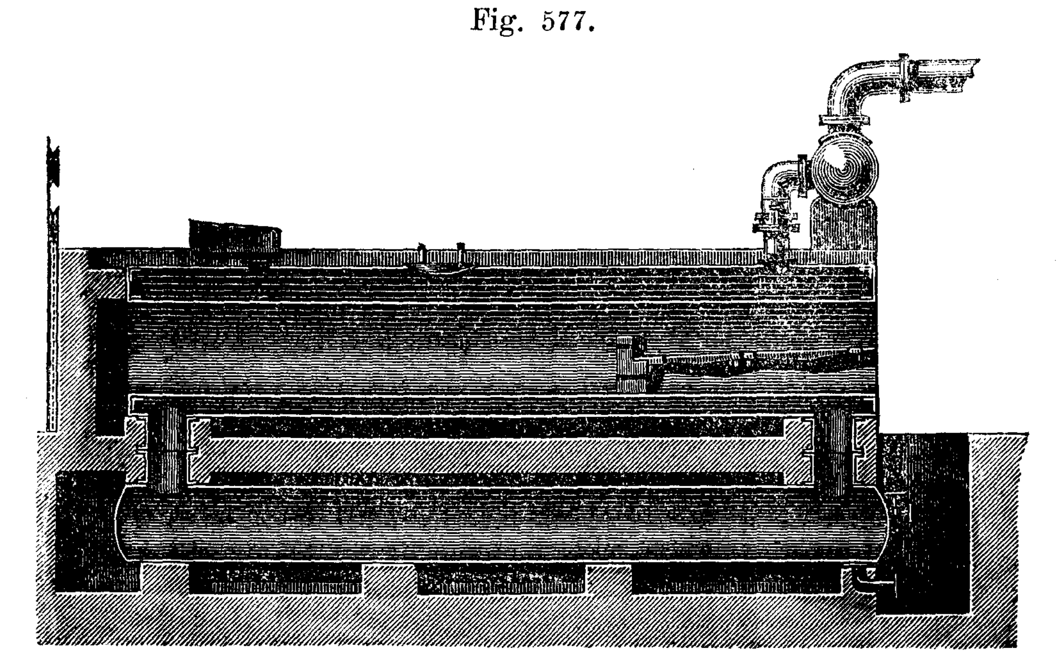
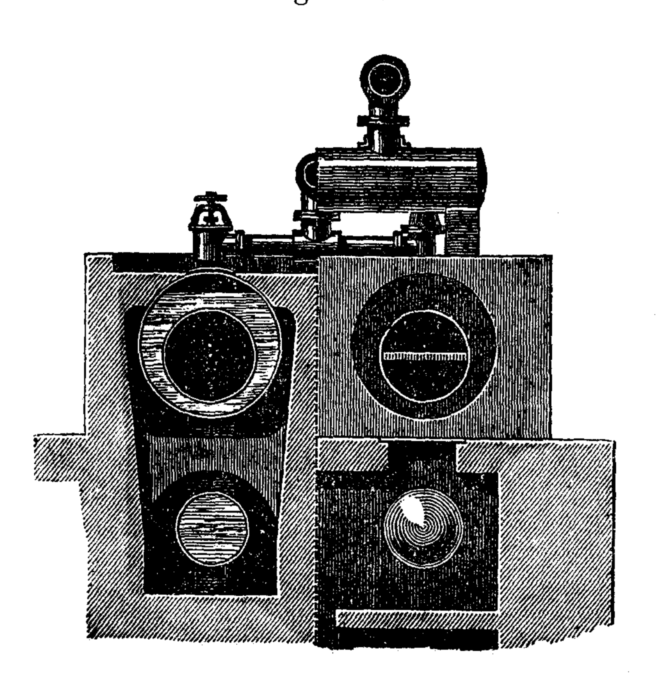


Fig. 578.



dem Schornstein. Damit die stärkste Hitze nicht gerade in den Kesselboden trifft, ist der Rost bis hinter die Feuerbrücke f durch das Gewölbe h überwölbt. Man darf daher nicht meinen, daß dieses Gewölbe blos zum Tragen des Kessels dient, denn wie aus dem Querschnitt Fig. 552 ersichtlich ist, kann der Kessel hinreichend von dem Mauerwerk der Steinkanäle unterstützt werden.

Fig. 577 zeigt den Längendurchschnitt eines Doppelkessels mit einem Feuerrohre, bei dem der Rost in dem Rohre selbst liegt. Fig. 578 zeigt den Querschnitt und die Ansicht. Nachdem das Feuer durch das innere Rohr und an den beiden äußeren Heizflächen des oberen Kessels geführt wurde, umspielt es noch einen Sieder oder Vorwärmer.

c) Kessel mit zwei Feuerröhren. Bei Kesseln mit zwei Feuerröhren liegt die Feuerung gewöhnlich unter dem Kessel, besonders, wenn die Feuerröhren so hoch zu liegen kommen, daß man unter denselben bequem hinzu kann, um den Kessel zu reinigen. Die Anordnung der Züge ist, wie sie in dem vorhergehenden Absatz für Kessel mit einem Feuerrohr besprochen und in den Figuren 579—582 dargestellt ist.

Fig. 579.

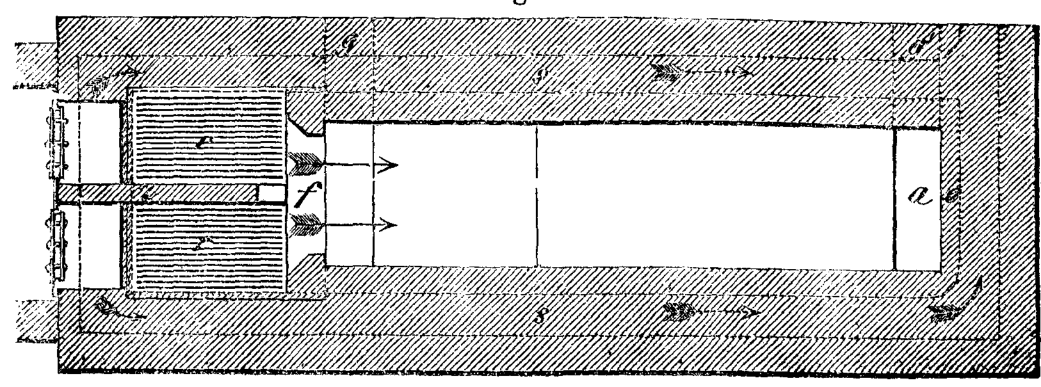


Fig. 580.

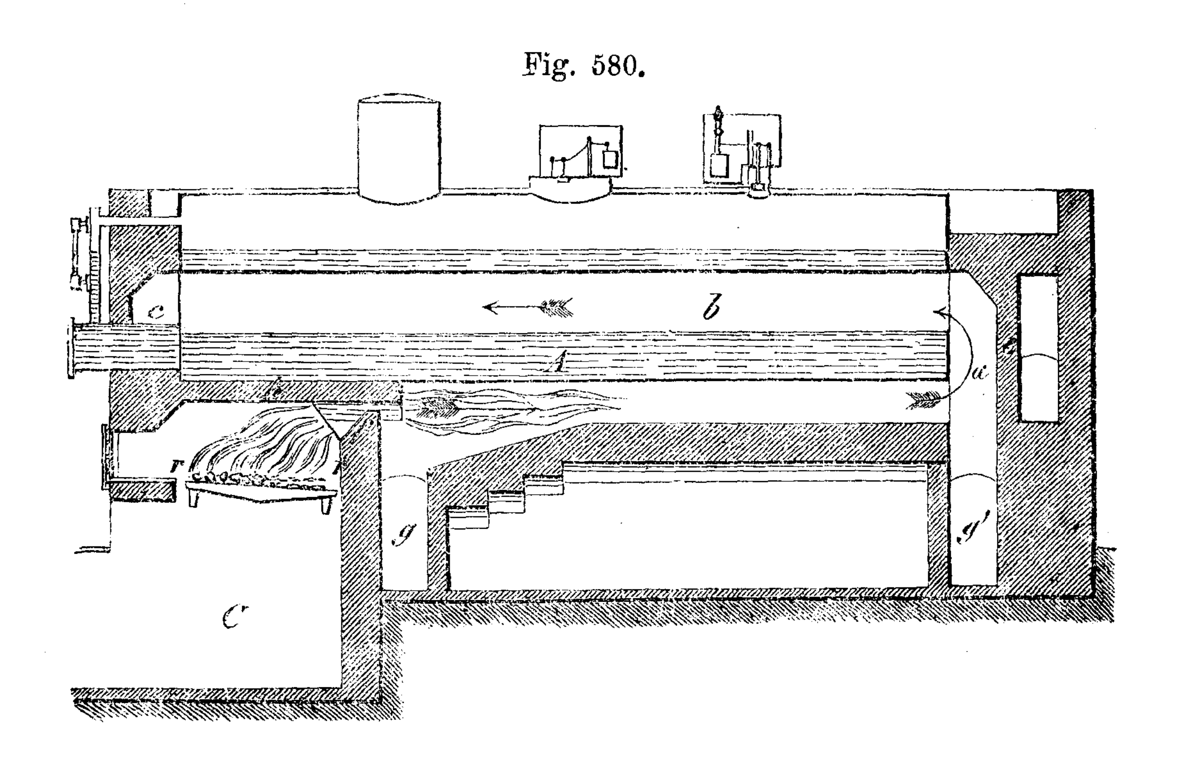
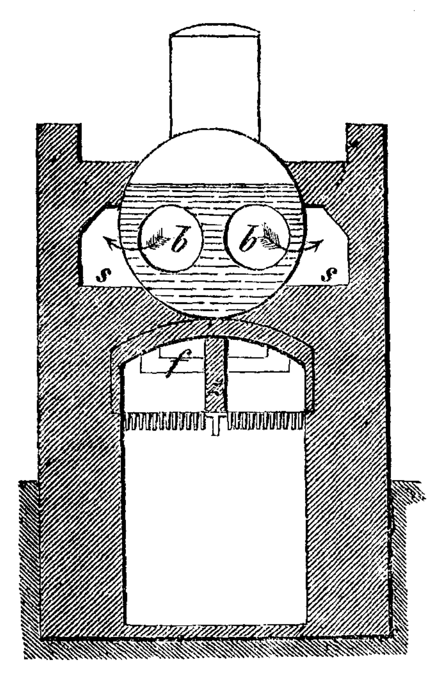


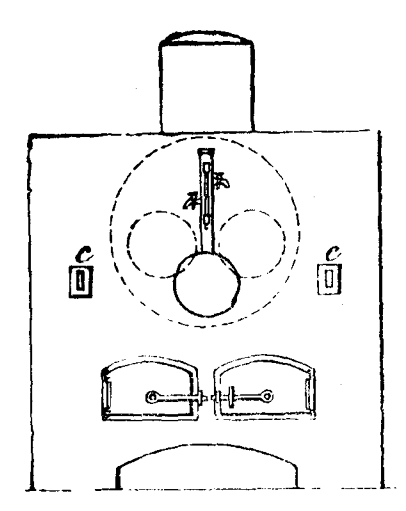
Fig. 579 stellt den Grundriß unter dem Boden des Kessels dar, Fig. 580 den Längendurchschnitt, Fig. 581 den Querdurchschnitt durch den Rost und Fig. 582 die vordere Ansicht. Das Feuer brennt auf dem Roste r r, der hier durch eine Zunge z in zwei Theile getheilt ist (worüber wir bei der Rauchverzehrung das Nähere besprechen werden); f ist die Feuerbrücke und h ein Gewölbe, welches bis hinter die Feuerbrücke reicht, aus Gründen, die im vorhergehenden Absatz besprochen wurden, g und g' sind Vertiefungen, in denen sich die mitgenommene Flugasche zum Theil absetzt, von wo sie durch die Oeffnungen g und g' (Fig. 579) herausgeschafft werden kann.

Das Feuer schlägt vom Rost aus über die Feuerbrücke f unter dem Boden des Kessels nach hinten, bei a in die Höhe, geht in den beiden Feuerröhren b b vor, bis c Fig. 580 und in den beiden Seiten-



Fig. 581. Fig. 582.





kanälen s s Fig. 581 (die im Grundriß Fig. 579 punktirt angegeben sind) hinter nach dem Schornstein. Was die Höhen der Seitenzüge s s betrifft, so müssen diese 9 zm unter dem niedrigsten Wasserstande im Kessel geschlossen werden, weil sonst die Kesselwand glühend werden würde, wenn das Wasser etwas tiefer sänke. In Betreff der Leitung der Seitenzüge s s nach dem Schornstein ist zu bemerken, daß man dieselbe da, wo hinreichender Raum vorhanden ist, nicht wie in Fig. 579 durch mehrere rechtwinklige Biegungen erfolgen läßt, sondern des besseren Zuges wegen, wie in Fig. 583 durch sanft geschweifte Bogen. Außerdem macht man die Wange e (wie in Fig. 583),

sofern es der Raum zuläßt, 1—1½ Stein stark; in Figur 579 ist sie nur ½ Stein stark und muß dann von Chamottesteinen und sehr sorgfältig aufgeführt werden, damit sie nicht durchbrennt und der Zug direct unter dem Boden des Kessels entlang nach dem Schornstein schlägt. Die Größenverhältnisse der einzelnen Theile sind aus der Zeichnung zu entnehmen, und können mit Hülfe der früher gegebenen Sätze berechnet werden. Zur Regulirung des Zuges dient der Schieber d Fig. 583, welcher an einer Kette hängt, die über den, am Gebälk des Kesselhauses befestigten Rollen bis senkrecht über die vordere Kesselwand geleitet wird. An dem herunterhängenden Theil der Kette ist eine schwache eiserne Stange, die einen Handgriff hat, befestigt, mittels deren der Feuermann den Schieber beim Anfeuern, wo sich viel Qualm entwickelt, hochziehen, und später mehr oder weniger herunterlassen kann, je nachdem mehr oder minder stark gefeuert wird. Die Mauern des Kesselhauses müssen nach den später mitgetheilten gesetzlichen Bestimmungen mindestens 8 zm von dem Rauchgemäuer des Kessels abstehen. Der Schornstein steht entweder dicht am Kesselhause oder davon entfernt; im ersteren Fall ist es gut, denselben nicht im Verband mit den Mauern des Kesselhauses aufzuführen wegen des ungleichmäßigen Setzens, was immer stattfindet, wenn höhere Bauwerke mit niedrigeren verbunden sind; im letzteren Falle erfolgt die Leitung nach dem Schornstein durch einen Kanal, der in einigen Gegenden, und an trockenen Orten am Boden und an den Seitenwänden einen Stein stark ist und oben mit Ziegeln abgedeckt oder überwölbt und mit einem Lehmschlage umgeben wird, um die Wärme mehr zusammenzuhalten. Den Kanal läßt man nach dem Schornstein, den wir später besprechen werden, etwas steigen.

Fig. 583.

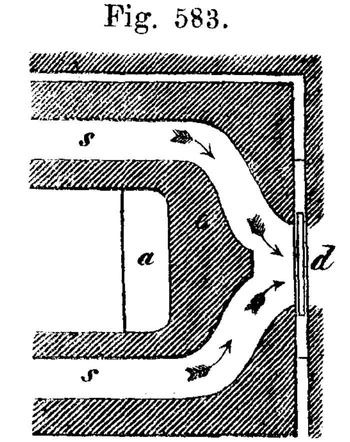


Fig. 584 und 585 zeigen die Anwendung der Vorfeuerung einer Kesselanlage mit zwei Flammröhren.

d) Doppelkessel. Es sind dies zwei Kessel, die etwa in 15 bis 62 zm Entfernung übereinanderliegen und durch Röhren dd′ Fig. 586 verbunden (gekuppelt) sind. Der untere Kessel ist dabei ganz, der obere bis etwas über die Hälfte mit Wasser gefüllt, das durch die Verbindungsröhren im Zusammenhange steht, so daß beide Kessel wie ein einziger zu betrachten sind. Da der untere Kessel ganz mit

Fig. 584.

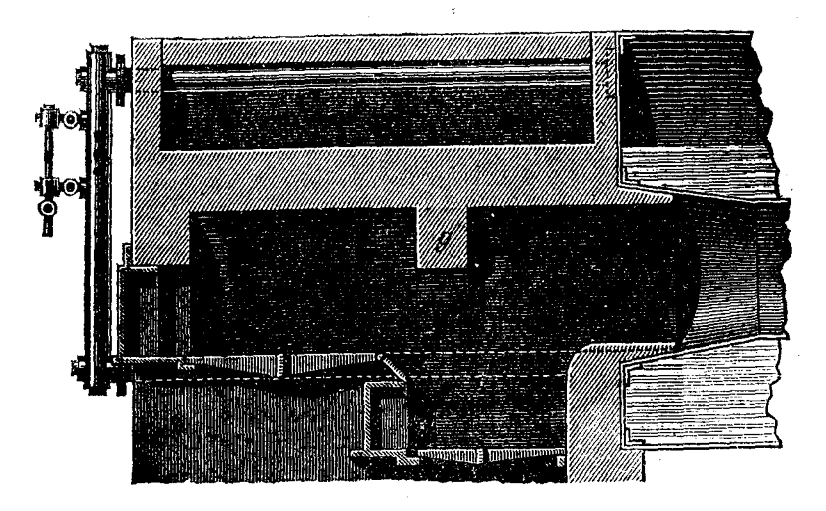
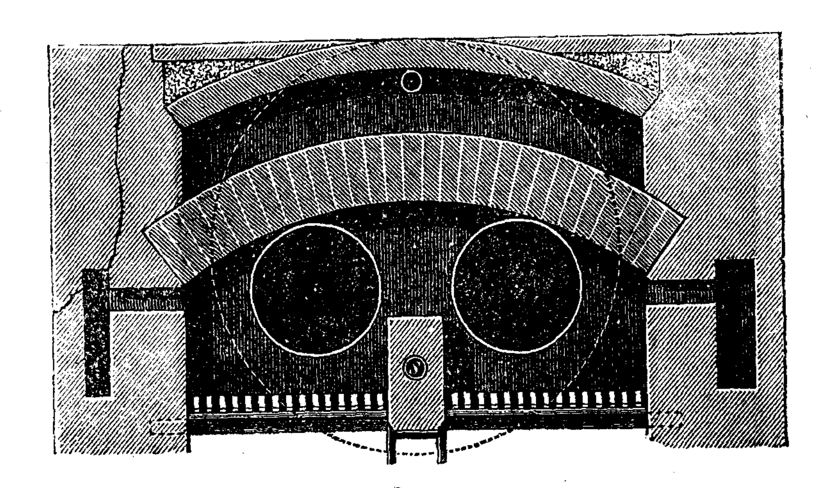


Fig. 585.



Wasser gefüllt ist, so muß man dafür sorgen, daß das Feuer ihn wo möglich ganz umspielt, damit möglichst wenig feuerberührte Fläche durch das Mauerwerk der Zugkanäle verloren gehe; bei dem oberen Kessel müssen die Zugkanäle nach den gesetzlichen Bestimmungen 10ᶻ unter dem niedrigsten Wasserstande (der Mitte) geschlossen werden.

Vielfach wird der obere Kessel zuerst gefeuert. In diesem Falle liegt der Rost unter demselben und der obere Kessel ist vorn um die Länge des Rostes und die Breite der Feuerbrücke f länger als der untere.

Fig. 586 zeigt den Längendurchschnitt, Fig. 587 einen Theil des Grundrisses über dem Roste und Fig. 588 den Querdurchschnitt. Der untere Kessel ist vorn durch die Mauer a Fig. 586 und in seiner ganzen Länge durch die Zungen b b unterstützt; der obere Kessel ruht durch die Röhren d d′ auf dem unteren und durch die Winkeleisen w w auf dem Mauerwerk. g g ist ein $^1/_2$ Stein starkes Gewölbe, dessen

Scheitel nur 5—8 ^{zm} über dem untern Kessel liegt; dasselbe wird entweder aus freier Hand mit sogenannten Spannschichten gewölbt, oder wie beim Tonnengewölbe auf untergestellten Bogenbrettchen oder auf einer Lattenschalung, die auf dem unteren Kessel aufliegt. In den letzten beiden Fällen zieht man das Holz nicht nachträglich heraus, sondern läßt es verbrennen. n ist eine kleine Kappe, welche hinten den Bogenzug i i von dem Seitenzuge e e trennt.

Fig. 586.

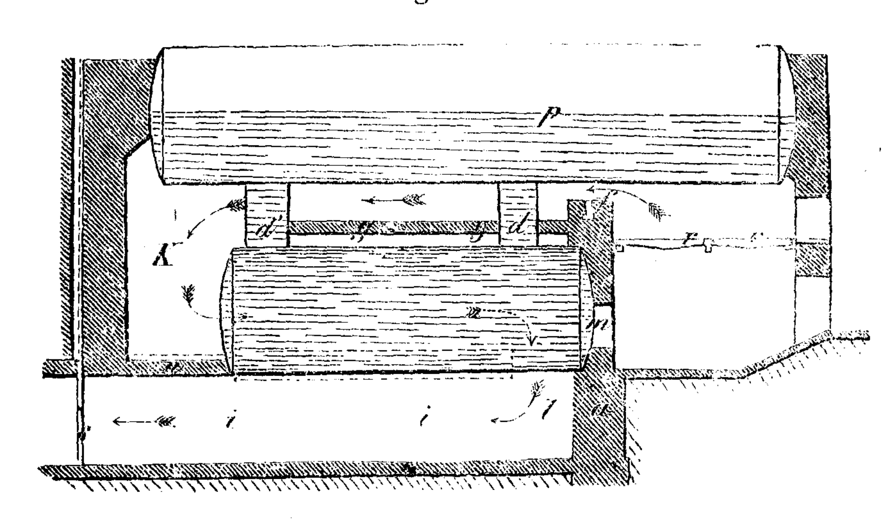


Fig. 587.

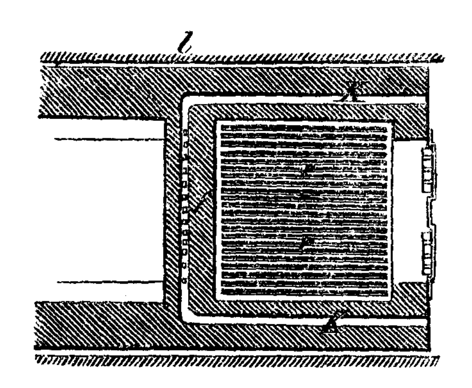
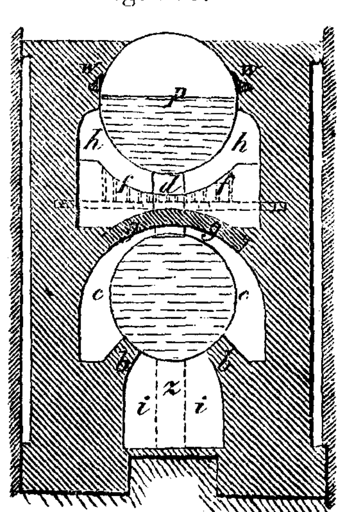


Fig. 588.



Die Feuerbrücke f f ist concentrisch zu dem Querschnittskreis des oberen Kessels; die kleinen Kanäle in derselben werden wir bei der Rauchverzehrung besprechen.

Das Feuer geht vom Roste r r aus über die Feuerbrücke f unter dem Boden und an den Seiten h h des oberen Kessels nach hinten, fällt dann und geht unter dem Gewölbe und an den Seiten c c des unteren Kessels vor bis l, wo es unter den Boden schlägt und in

vem Kanal ii entlang durch die Schiebeöffnung s nach dem Schornstein geht. Der untere Kessel ist auch hinten etwas kürzer, damit das Feuer bei k, wo es nach unten schlägt, hinreichend Platz hat, um sich auszubreiten, so daß der Zug sich nicht stößt. Andere Anordnungen der Züge wollen wir nur kurz andeuten. Der untere Kessel kann auf eine lang hinlaufende Zunge z gestellt werden, in welchem Falle die Zungen bb an der Seite wegbleiben; oben bei d wird ebenfalls eine Zunge gemauert, die von der Decke des unteren Kessels bis an das Gewölbe reicht, dadurch entsteht ein rechter und linker Zugkanal am unteren Kessel und das Feuer geht, nachdem es den Boden des oberen Kessels umspielt hat, in dem rechten Zugkanal des unteren Kessels vor, schlägt vorn unter dem Boden desselben hinweg nach dem linken Zugkanal, in welchem es nach hinten, nach dem Schornstein geht.

Sind die Verbindungsröhren dd′ so kurz, daß das Gewölbe gg nicht angebracht werden kann, so werden die Seitenkanäle c und e unter dem Scheitel des unteren Kessels geschlossen.

Wo eine sorgfältige Beaufsichtigung des Kessels nicht immer zu erwarten steht, ziehen es einige Techniker vor, den unteren Kessel, welcher ganz mit Wasser gefüllt ist, zuerst zu feuern; also den Rost unter diesen zu legen. In diesem Falle ist der obere Kessel kürzer und der untere ruht entweder auf einer unter dem Boden hinlaufenden Zunge oder auf zwei Zungen an der Seite (bb Fig. 588). Im letzteren Falle geht das Feuer unter dem Boden des unteren Kessels nach hinten, theilt sich dort in die beiden Seitenzüge des unteren Kessels, in denen es vorgeht, vorn hochschlägt und unter dem Boden des oberen Kessels nach dem Schornstein zieht.

Statt des unteren Kessels wendet man auch zwei oder mehrere kleinere, sogenannte Sieder öhren an, welche, da sie ganz mit Wasser gefüllt sind, möglichst vollständig vom Feuer umspielt werden müssen. Bei der Anlage eines Siederohrs und eines Flammrohrs im oberen Kessel führt der Zug zuerst nach hinten, indem er das ganze Siederohr umspielt, kehrt dann durch das Flammrohr nach vorn zurück, theilt sich vorn und geht durch zwei Seitenzüge des obern Kessels durch den Fuchs nach dem Schornstein.

Fig. 589—591 zeigt einen Kessel mit einem Siederohre im Längenschnitt, Querschnitt und Grundriß. Der obere Hauptkessel A hat 1^{m} im Durchmesser, $5\frac{1}{2}^{m}$ Länge, ohne die Wölbung der Böden; das Siederohr hat 62^{zm} Durchmesser, bei 1^{m} Länge, die beiden Ver-

bindungsrohre C haben je 29 zm Durchmesser. Beide Kessel haben, um das Reinigen zu ermöglichen, je ein sogenanntes Mannloch m;

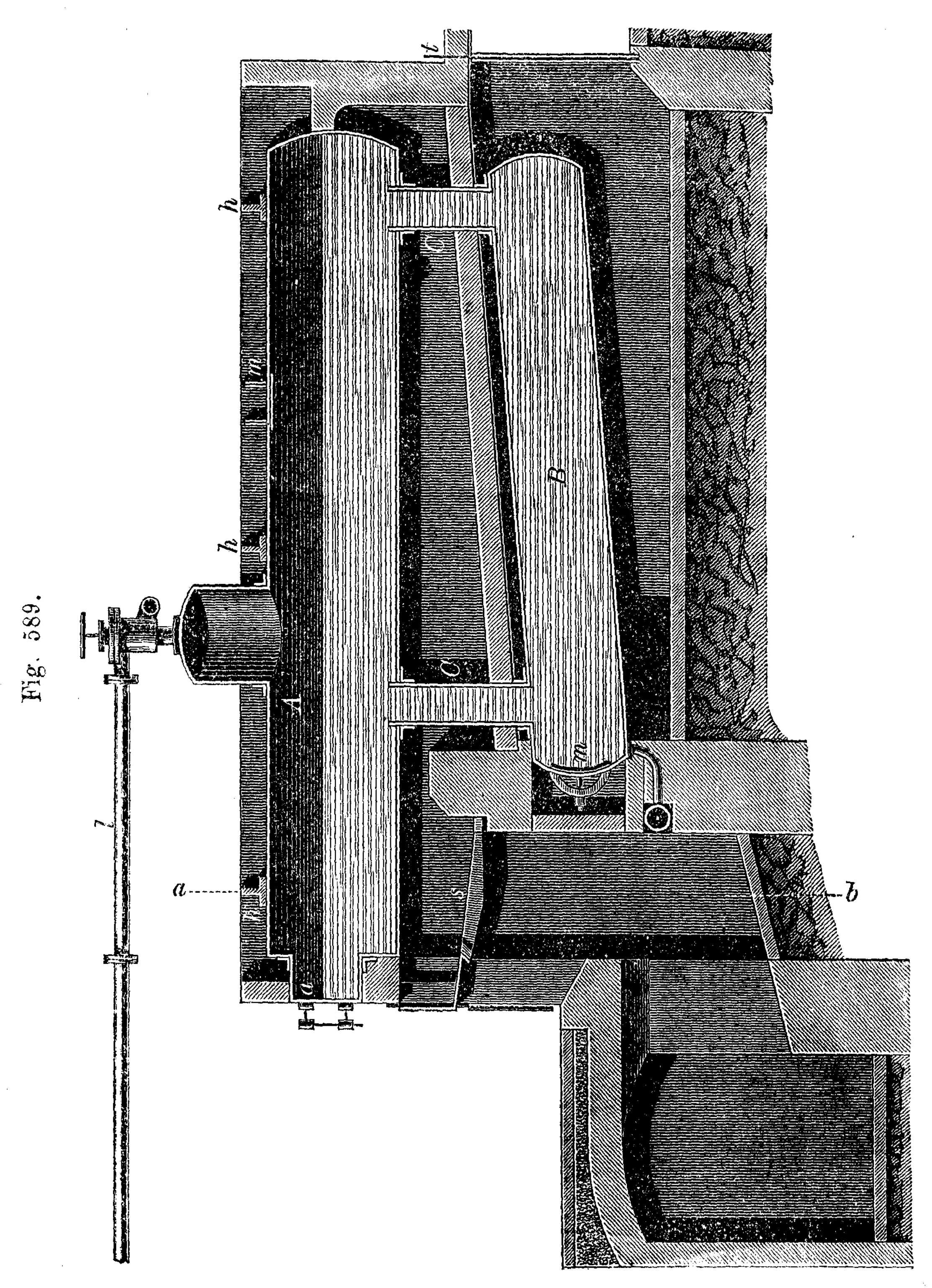
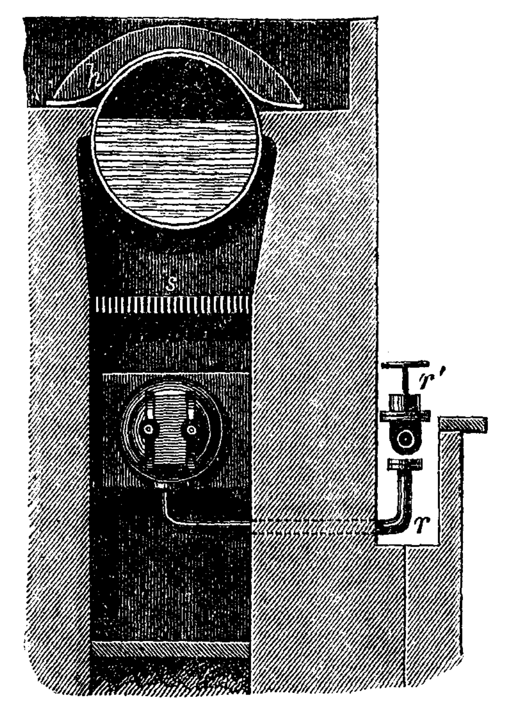


Fig. 589.

der obere Kessel noch einen vordern Ansatz a, der durch die Kesselmauer reicht und an welchem das Wasserstandsglas, so wie die Probirhähne angeschraubt sind. Durch das Rohr r wird das

Fig. 590.



Speisewasser zugeführt, r' ist das Absperrventil. Der untere Kessel oder Sieder B liegt auf einer schwachen Mauer, der obere A hat drei Kesselträger h, welche an den Kessel genietet sind, und deren Enden auf den Seitenmauern des Kessels liegen. Das Brennmaterial wird durch die Heizthür auf den Rost s gebracht, und das Feuer geht unter dem oberen Kessel hin, am hinteren Ende auf der rechten Seite nach dem unteren Kessel, wird an diesem zurückgeführt und verläßt denselben in der linken Seite durch den Abzugskanal, welcher zur Regulirung des Zuges mit einem Schieber t versehen ist und in den Schornstein führt, die Figuren und Pfeile zeigen dies.

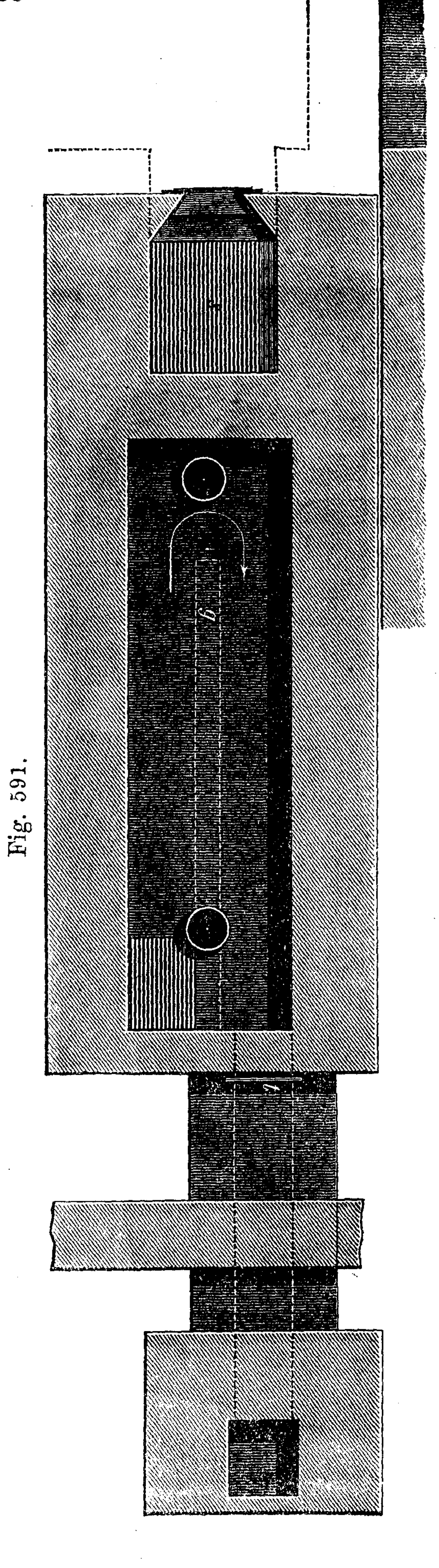


Fig. 591.

Kommen mehrere Kessel nebeneinander zu liegen, so wird rücksichtlich der Lage der Feuerung und der Züge jeder für sich behandelt. Da jedoch die letzten Züge sämmtlicher Kessel in einen Schornstein münden, so muß man des guten Zuges wegen darauf sehen, daß die Leitung nach dem Schornstein nicht durch mehrere rechtwinklige Biegungen erfolge, sondern die Zungen müssen sich allmählig nach dem Schornstein zu schmiegen und so weit hinausgeführt werden, daß der Zug sich nicht stößt. Damit dies möglich wird, darf der Schornstein nicht zu nah an dem Kessel stehen.

Was das Material zu dem Kesselmauerwerk betrifft, so verwendet man zu dem Fundament Ziegel oder Bruchsteine mit Kalkmörtel. Das obere Mauerwerk wird, soweit es nicht unmittelbar am Feuer oder an den Feuergängen liegt, aus Ziegeln in Lehm aufgeführt, wohingegen alles andere Mauerwerk, welches vom Feuer bespielt wird, womöglich aus Chamottesteinen mit Chamottemörtel (Thon mit Chamotteziegelmehl) gemauert wird. Dies ist namentlich empfehlenswerth, wenn Steinkohlen gefeuert werden, während man bei anderen Brennmaterialien, sofern keine Chamottesteine zu haben sind, gewöhnliche Ziegel verwendet und zwar eignen sich dazu die mittelgebrannten mehr als die starkgebrannten, einmal, weil sie nicht so leicht springen und dann, weil sie die Wärme nicht so leicht durchgehen lassen. Dennoch ist es gut, die Wangen der Züge $1^1/_2$ Stein stark und die Fugen möglichst eng zu machen. Der Kessel selbst wird über den Zügen fast vollständig eingemauert, und allenfalls noch mit einer Schicht Dachsteine in Lehm zugedeckt, wodurch die Wärme mehr zusammengehalten wird.

Was die gesetzlichen Bestimmungen bei Einmauerung von Dampfkesseln betrifft, so gelten nachfolgende polizeiliche Bestimmungen:

§ 14. Dampfkessel, welche für mehr als drei Atmosphären Ueberdruck bestimmt sind, und solche, bei welchen das Produkt aus der feuerberührten Fläche in Quadratmetern und der Dampfspannung in Atmosphären Ueberdruck mehr als 20 beträgt, dürfen unter Räumen, in welchen sich Menschen aufzuhalten pflegen, nicht aufgestellt werden. Innerhalb solcher Räume ist ihre Aufstellung unzulässig, wenn dieselben überwölbt oder mit festen Balkendecken versehen sind.

An jedem Dampfkessel, welcher unter Räumen, in welchen Menschen sich aufzuhalten pflegen, aufgestellt wird, muß die Feuerung so eingerichtet sein, daß die Einwirkung des Feuers auf den Kessel sofort gehemmt werden kann. Dampfkessel, welche aus Siederöhren

von weniger als 10 zm Weite bestehen, und solche, welche in Bergwerken unterirdisch aufgestellt werden, unterliegen diesen Bestimmungen nicht.

§ 15. Zwischen dem Mauerwerk, welches den Feuerraum und Feuerzüge feststehender Dampfkessel einschließt, und den dasselbe umgebenden Wänden muß ein Zwischenraum von mindestens 8 zm verbleiben, welcher oben abgedeckt und an den Enden geschlossen werden darf.

Dampfschornsteine. Der gute Zug ist wesentlich von der Höhe und Weite des Schornsteins abhängig. Wir haben bereits früher gesehen (S. 465), daß es in höheren Schornsteinen besser zieht, als in niedrigeren. Hat also das Feuer bei großen Kesseln einen langen Weg durch die Züge zurückzulegen und dabei viel Widerstände zu überwinden, so wird man, um einen guten Zug hervorzubringen, den Schornstein höher machen müssen, als für kleinere Kessel, wo die Zugkanäle kürzer sind. Die Schornsteinhöhe ist sonach von der Zuglänge vom Rost bis in den Schornstein und von der Rostfläche abhängig. Ueber die Höhe und Weite der Schornsteine, siehe § 67 d. W.

Was die Gründung der Schornsteine betrifft, so ist hier dieselbe Vorsicht nöthig, wie bei allen höheren Bauwerken; erfolgt dieselbe flurch einen Pfahlrost, so sind die Pfähle mit Rücksicht auf die Grunddäche und Last des Schornsteins bis zur gehörigen Tragfähigkeit einzurammen. Sollte ein Theil der Pfähle nach kurzem Rammen nicht mehr ziehen, so kann dies von größeren Steinen (oder in Städten von alten Kanalmauern, altem Pflaster 2c.) herrühren, welche dem Eindringen der Pfähle für den Augenblick widerstehen, nichts desto weniger aber beseitigt werden müssen, weil sie dem anhaltenden Drucke des Schornsteins weichen und diesen zum Einsturz bringen können.

Was die Stärke der Schornsteine betrifft, so macht man runde Schornsteine, die aus Formsteinen gefertigt werden, oben 15—23 zm stark; viereckige gewöhnlich etwas stärker und häufig sogar 31—47 zm, besonders wenn man einen weit ausladenden Kopf aufsetzt, oder wenn man den Schornstein mehr gegen Abkühlung schützen will.

So sind in einigen Fabrikstädten Sachsens, z. B. in Crimmitzschau, von den circa 54 hohen viereckigen Schornsteinen, größtentheils für Vigogne- (Baumwolle mit Wolle) Spinnereien, mehrere bei einer Höhe von über 31 m oben nur 1/2 Stein stark. Die runden Schornsteine

verstärkt man nach unten etwa alle 3^{m} um 2$^{1}/_{2}$^{zm}, die viereckigen alle 5^{m} um $^{1}/_{2}$ Stein. Man macht dabei gewöhnlich keine Absätze, sondern läßt des besseren Aussehens wegen den Schornstein im Aeußeren schräg und im Innern wegen des bessern Zuges ebenfalls ohne Absätze entweder lothrecht oder sich nach oben verengend in die Höhe gehen, haut also die Ziegel (Fig. 592 in der Ansicht und 595 im Durchschnitt). Bei runden Schornsteinen, die sich nach oben nur wenig verjüngen, läßt man im Innern kleine Absätze (Fig. 594 A in der Ansicht und B im Querschnitt). Des bessern Aussehens wegen pflegt man sowohl den runden wie den viereckigen Schornsteinen einen viereckigen lothrecht aufsteigenden Unterbau von mindestens 4,4^{m} Höhe zu geben, der oben mit einem Gesims verziert und gut abgewässert wird. Dieser Unterbau muß jedoch so stark sein, daß die schräge Böschungslinie, nach unten verlängert, nicht aus dem Mauerwerk heraus tritt. Ueber dem Sockel wird bei c eine Reinigungsöffnung von 47—62^{zm} Breite und 0,6—1^{m} Höhe angelegt und überwölbt; sie wird jedoch nicht durch eine Thür geschlossen, sondern mit Ziegeln ausgemauert. Oben erhalten die Schornsteine, wenn man ihnen etwas Ansehen geben will, einen sogenannten Kopf, der häufig aus einer Platte besteht, die durch vorgekragte Ziegel (consolartig) unterstützt und gut abgewässert wird. An manchen Orten erfolgt diese Abwässerung durch einen eisernen Hut, der zugleich zur Befestigung eines Blitzableiters dient.

Was den Verband betrifft, so wendet man, da die Schornsteine nur selten berappt oder geputzt, sondern gewöhnlich sauber ausgefugt werden, meistens Kreuzverband an. Da die Schichten nach oben immer kürzer werden (alle 5^{m} um einen Stein), so geht der zweite oder dritte Strecker der untersten Schicht in den folgenden Schichten in ein Quartierstück über, bis er ganz wegfällt (Fig. 592 A). Da der Schornstein außen schräg in die Höhe geht, so benutzt man zum Lothen ein Richtscheit cd, das oben um die Größe der Böschung breiter, als unten ist. Im Uebrigen gilt für das Mauern der Schornsteinecken das, was Seite 561 gesagt wurde. Bei runden Schornsteinen ist es nicht vortheilhaft, lauter Streckerschichten zu mauern, weil dann der Schornstein, namentlich wenn er viel Hitze auszuhalten hat, Risse bekommt, sondern es ist besser Strecker- und Läuferschichten wechseln zu lassen, obwohl man dazu mehrere verschiedenartige Formsteine nöthig hat. (Fig. 494.)

Was die Rüstung betrifft, so fertigt dieselbe an vielen Orten der

Maurer bis zu den gewöhnlichen Höhen von 18—37 m. Etwa 1 m von jeder Ecke entfernt wird eine starke Rüststange aufgestellt, im Ganzen also vier, von denen zwei etwa 13—15 m, die zwei andern 11—12½ m hoch sind. An diese Rüststangen werden Netzriegel (kurze Streichstangen) gebunden und mit Klammern befestigt; in der Mitte jedes Riegels wird noch ein Quernetzriegel gelegt, der auf der Schornsteinwand aufliegt und darüber kommen die Rüstbretter. Etwa alle 2 m wird aufs neue gerüstet. Um Klammern zu sparen, hat man an Orten, wo viele derartige Schornsteine gebaut werden, Rüststangen, an denen Knaggen zum Auflager der Netzriegel mit langen Nägeln angenagelt sind. Bis zu 6 m Höhe werden die Materialien auf Leitern hinaufgetragen, für größere Höhen aber hinaufgezogen. Dazu werden die Netzriegel für die nächstobere Rüstung befestigt und darüber eine Stange (Ausleger) gestreckt, die an einer Rüststange festgebunden ist und am andern Ende eine Rolle trägt, über die ein Tau geschlungen ist. Das eine Ende dieses Taues hängt senkrecht herunter und theilt sich unten in zwei Enden, an denen sich Haken befinden, welche in die Henkel der hochzuziehenden Mörteleimer gelegt werden. Das andere Tauende geht unten über eine Rolle nach einer senkrechten Tautrommel, die ebenso wie der Tummelbaum c Fig. 446 und 447 gestaltet ist, aber nur zwei

Fig. 592.

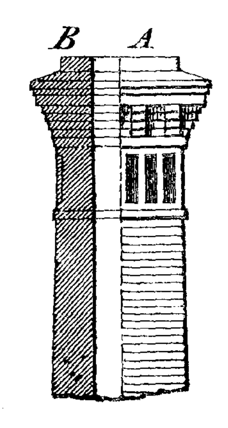


Fig. 493.

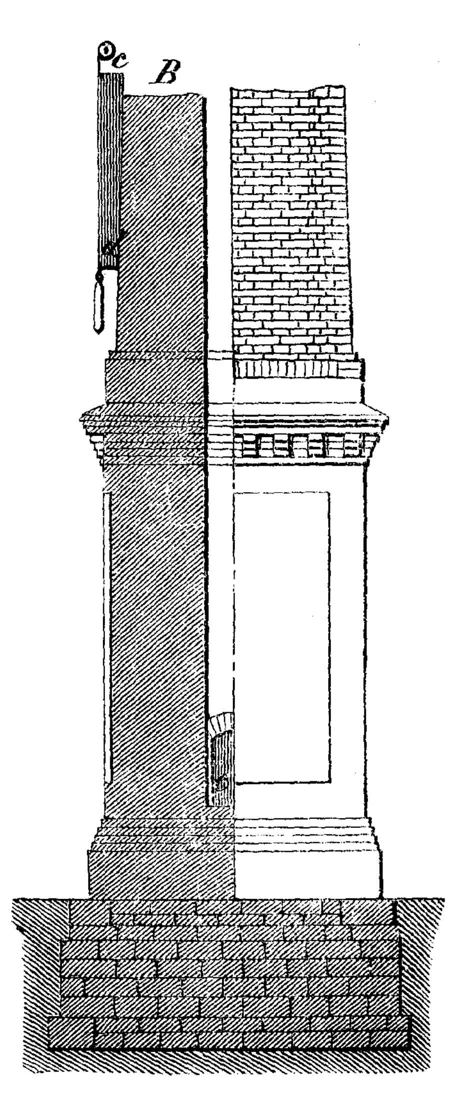
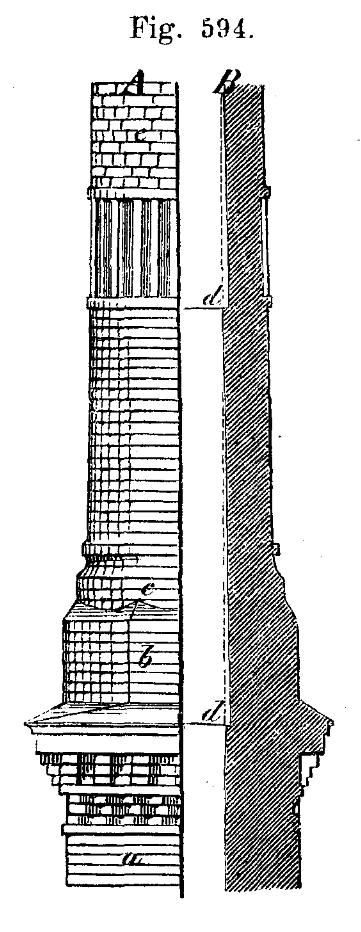


Fig. 594.



Arme hat; die Rolle 2 hat man sich dabei an dem Ausleger befestigt zu denken. Ebenso kann auch das Tau über eine Haspel (a' a'' Fig. 446) gehen. Da das Herunterlassen der leeren Gefäße sehr schnell geht, so genügt dies Verfahren für die gewöhnlichen Fälle. Will man indessen gleichzeitig ein volles Gefäß heben, während das leere herunterkommt, so braucht man entweder ein sehr langes Tau oder zwei Taue, von denen jedes unten und oben über eine Rolle (oder oben über eine Haspel) geht und die an der unteren Trommel in einiger Entfernung von einander befestigt sind. Dabei ist das eine Tau nach rechts, das andere nach links um die Trommel geschlungen, so daß bei der Umdrehung derselben das eine ab-, das andere aufgewickelt wird, wobei das eine Gefäß sinkt, während das andere steigt.

Um die Baumaterialien oben bequem herausnehmen zu können, muß, wie vorhin bemerkt, der Ausleger immer um eine Gerüsthöhe höher angebracht sein, als die Arbeitsrüstung. Ist die letzte Rüstung nur noch $2^1/_2$—$3^3/_4{}^m$ von den Enden der Rüststangen entfernt, so werden aufs Neue Rüststangen hochgezogen und an drei Stellen an die unteren angebunden, dreimal verklammert, und die Stricke mit Würgeknüppeln angezogen. Die Klammern schlägt man wagerecht oder schräg ein und im letzteren Falle so, daß der untere Zinken in die obere, der obere in die untere Rüststange kommt, obwohl ein Abgleiten der Stangen durchaus nicht zu befürchten ist.

Von der größten Wichtigkeit ist es, daß die Gerüste auf jeder Seite, wo möglich alle $2^1/_2{}^m$ durch starke Latten kreuzweise abgeschwertet werden, damit der Wind weder der Rüstung noch dem Schornstein schaden könne. Um bei der Arbeit durch Wind nicht belästigt und am Lothen verhindert zu werden, verhängen an manchen Orten die Maurer die Rüstung, auf der sie arbeiten, mit grober Leinwand; namentlich geschieht dies, wenn die Schornsteine im Herbst aufgeführt werden.

Im Innern werden die Schornsteine nicht abgeputzt; im Aeußern ebenfalls fast nie berappt oder geputzt, gewöhnlich aber sauber ausgefugt.

Da die runden Schornsteine schwächer in der Wandung gemacht werden, als viereckige, und demnach weniger Material erfordern, so mauert man sie vielfach ohne äußere Rüstung, also von innen über Hand. Dazu muß der Schornstein mindestens 1—1,1^{m} weit gemacht werden, damit in den verschiedenen Höhen eine innere Rüstung angelegt werden kann, die aus zwei und zwei über Kreuz gelegten, schwachen Riegeln besteht, welche mit Bretterbogen so überdeckt werden, daß in der Mitte eine Aufzugöffnung für die Zuthaten (Mörteleimer) verbleibt. Um bequem in den Schornstein gelangen und die Materialien hochziehen zu können, wird unten einstweilen eine größere Oeffnung im Schornstein belassen und in dem oberen Theile derselben eine Rolle befestigt. Oben auf der inneren Rüstung ist eine zweite Rolle oder Haspel mit horizontaler Welle aufgestellt und darüber ein Tau gelegt, an dessen eines Ende die zu fördernden Materialien gehängt werden, während das andere Ende unten über die vorhin erwähnte Rolle nach einer Haspel oder einem Tummelbaum geleitet ist und durch dessen Umdrehung auf- oder abgewickelt wird, je nachdem das Materialiengefäß steigen oder sinken soll. Bei größeren, sehr hohen Schornsteinen trifft man die Anordnung in der Art, daß ein Gefäß hoch geht, während das andere herunter kommt beim Begegnen beider Gefäße kippt das leere und gleitet dann an dem gefüllten herunter.

In der vorhin angedeuteten Weise sind runde Schornsteine an verschiedenen Orten ausgeführt worden, unter anderen bei mehreren Zuckerfabriken um Magdeburg (Quedlinburg, Egeln); dieselben bieten nicht allein die Annehmlichkeit, eine äußere Rüstung ersparen zu können, sondern wegen ihrer schlanken, säulenartigen Form, auch die eines gefälligeren Aussehens.

Dampfkesselfeuerungen mit Rauchverzehrung.

Der Rauch, welcher aus dem Schornstein zieht, enthält eine Menge unverbrannter Theile, durch welche er sichtbar wird. Um nun namentlich bei großen Kesselfeuerungen diesen Brennstoff nicht zu verlieren und um andererseits Unannehmlichkeiten von Seiten der Nachbarn wegen Rauchbelästigungen vorzubeugen, hat man verschiedene Vorkehrungen, besonders am Roste und dem vorderen Theil der Kesselmauerung getroffen, wodurch gleichzeitig die durch das Verbrennen des Rauches erzeugte Hitze vollständiger benutzt wird.

Da bei uns nicht die eine oder andere rauchverzehrende Einrichtung angewendet werden muß, so wird jedes Mittel, welches da-

zu dient, die Rauchverzehrung zu befördern, zweckentsprechend sein, und mit Rücksicht hierauf werden wir weiterhin mehrere Mittel in einer Stufenfolge aufzählen.

Gewöhnlich raucht es dann stark aus dem Schornstein, wenn der Rost entweder voll Schlacken liegt, oder wenn er so dick mit Brennmaterial bedeckt ist, daß nicht Luft genug durch die Zwischenweite zwischen den Roststäben treten kann, um den Qualm vollständig zu verbrennen; andererseits aber auch, wenn zu viel Luft zuströmt, so daß das Feuer zu viel abgekühlt wird und nicht Hitze genug besitzt, um den Rauch zu entzünden. Der erstere Fall tritt namentlich dann ein, wenn der Kessel mehr Dampf liefern soll, als ihm eigentlich zukommt und wenn deshalb mehr Brennmaterial aufgegeben wird, als mit Rücksicht auf die Größe des Rostes und die übrige Anlage vollständig verbrennen kann; der letztere Fall besonders dann, wenn die Feuerthür geöffnet wird, um die Schlacken zu entfernen und neues Brennmaterial aufzugeben. Zu anderen Zeiten raucht es, wenn die ganze Anlage gut und der Heizer achtsam ist, weniger, so daß ein gewandter Heizer und eine gewöhnliche, aber gute Anlage zur Rauchverzehrung sehr wesentlich beitragen.

Zu einer zweckmäßigen Anordnung gehört (außer gutem Rost, Schornstein und Zugkanälen) eine Feuerbrücke, die entweder wie in Fig. 581 oben gerade, oder wie in Fig. 580 f concentrisch zu dem Kessel ist. Bei einer Brücke wird auch das Mauerwerk an den Seiten eingezogen. Dadurch wird das Feuer von dem Rost der rechten Seite nach dem der linken Seite gedrängt und da außerdem der Querschnitt des Zuges an der Brücke geringer ist, so wird das Feuer auch zusammengedrängt, mischt sich vollständiger mit der noch unverbrannten Luft und entzündet, da es noch Hitze genug besitzt, den Rauch. Die Brücke wirkt ganz ebenso, wie die eingekniffene Stelle an den Gewecke'schen Lampencylindern, durch welche eine vollständige Verbrennung, eine Stichflamme und ein intensiveres Licht erzielt wird. Wir setzen deshalb im Folgenden immer eine Feuerbrücke voraus.

Eine weitere Vorkehrung, die bei kleinem bröckligen Brennmaterial angewendet wird, ist der am andern Orte beschriebene Treppenrost. Durch denselben wird nicht allein das Durchfallen des Brennmaterials, sondern auch das Verstopfen des Rostes und die Hemmung des Luftzutrittes verhindert und darum die Rauchverzehrung befördert.

Bei sehr breiten Rosten wendet man nicht eine große Feuerthür,

sondern zwei kleinere in einiger Entfernung von einander an, sowohl der Bequemlichkeit wegen, als auch deshalb, um beim Feuern und Schüren nur eine kleinere öffnen zu müssen, wodurch das Feuer weniger abgekühlt und starker Rauch vermieden wird.

Ein anderes Mittel besteht darin, nicht allein zwei Feuerthüren anzuwenden, sondern auch den Rost durch eine Zunge z Fig. 550 in zwei Theile zu theilen, also zwei Roste nebeneinander anzuwenden. Es wird dabei ebenfalls erst auf der einen Seite gefeuert, und nach-entwickelt, wird über die Feuerbrücke von den halbbrennenden Feuer dem es hell brennt, auf der andern; der Qualm, welcher sich dabei entzündet. Noch vollständiger ist dabei die Rauchverzehrung durch das über dem Rost befindliche Gewölbe erreicht. Ein solches Ueberwölben des Rostes empfiehlt auch Herr Professor F i n k (der auch auf dem Gebiet der Kesselfeuerungen sehr schätzenswerthe Resultate erzielt hat) als eben so nützlich für die Haltbarkeit des Kessels wie für die Rauchverbrennung. Denn, wie das erhitzte Gewölbe eines Backofens auf das Brod wirkt, so wirkt hier das Gewölbe, nur noch stärker, auf das Brennmaterial und den Rauch und entzündet denselben. Wird dabei das Gewölbe bis hinter die Feuerbrücke verlängert, so befördert es die Haltbarkeit des Kessels, namentlich dann, wenn gerade eine Nietenreihe über die Feuerbrücke trifft.

Wenn hier die Rauchverzehrung wesentlich dadurch erreicht wurde, daß die Feuerung vollständig abgeschlossen ist, so wird sie es noch mehr, wenn man die Feuerbrücke bis an das Gewölbe gehen läßt, in dem Gewölbe kleine Oeffnungen anbringt und den Kessel etwa 23^{zm} über das Gewölbe legt, so daß das Feuer durch die kleinen Oeffnungen im Gewölbe unter den Boden des Kessels schlägt. Diese Anordnung kommt in einigen Abänderungen auch bei Retortenöfen (Gasöfen) vor; ist dabei ein solcher Ofen und der Schornstein vollständig durchgewärmt und wird ferner ununterbrochen gefeuert, daß die Gewölbe zum Glühen kommen, so hat man, wenn die Anlage sonst gut ist, eine totale Rauchverzehrung, so lange die Feuerthür nicht geöffnet wird, um zu schüren und Brennmaterial aufzugeben.

Während ein günstiger Erfolg durch die angeführten rauchverzehrenden Vorrichtungen gewiß ist, so ist er es bei der jetzt folgenden, die man wesentlich als rauchverzehrendes Mittel versteht, nur bei gehöriger Achtsamkeit des Heizers. Dieses Mittel besteht darin, d e m F e u e r m ö g l i c h s t e r w ä r m t e L u f t i n f e i n e n S t r a h l e n z u z u- f ü h r e n, damit sich diese mit dem Rauch mische und derselbe ver-

brennen könne. Bereits bei den Waschkesselfeuerungen Fig. 534 bemerkten wir, daß die Kanäle kk ein, wenn auch unvollkommenes Mittel der Rauchverzehrung abgeben. Besser ist die im Grundriß Fig. 587 und im Durchschnitt Fig. 586 und 588 dargestellte Einrichtung, wo die Kanäle kk unter der Feuerbrücke durchgehen und die in denselben befindliche Luft durch kleine Kanälchen oder Röhrchen über der Feuerbrücke in das Feuer strömt und zur Verbrennung des Rauches dient. Verschiedene Abänderungen dieser Einrichtung übergehen wir und bemerken, daß es raucht, wenn zu viel Luft durch die Kanäle zuströmt und ebenso, wenn nicht genug Luft zuströmt.

Der Heizer müßte also eigentlich durch Spiegelreflex den Schornsteinkopf vom Kessel aus sehen und mit Rücksicht auf den Gang der Heizung beurtheilen können, ob die Kanäle kk vorn mehr zu schließen oder zu öffnen seien.

Sind die Kanäle, wie in unserer Figur, klein, so hat man nicht zu befürchten, daß zu viel Luft zuströmt; sind dieselben sehr groß und münden sehr viele kleine Kanälchen über oder hinter der Feuerbrücke in das Feuer, so muß man dieselben durch einen ebenso durchlöcherten Schieber zum Theil schließen oder öffnen können, je nachdem man den Schieber etwas herauszieht oder hineinstößt.

Speciell auf diesen Gegenstand bezügliche Schriften sind: Gall, Dr. Ludwig, Fingerzeige zu zweckmäßigen Abänderungen bei der Ausführung meiner rauchlosen Kesselfeuerungen, in welchem Werkchen nach einer Besprechung der Patentgesetzgebung als erste Bedingung hergestellt wird: daß der Herd in wenigstens zwei, durch eine Scheidewand getrennte Abtheilung zerfallen müsse, deren jede ihren eigenen Rost, Schürhals, Aschenfall und Thüre hat. Die weiteren Bedingungen unter 2 und 3 scheinen weniger zweckmäßig und nicht in allgemeinere Aufnahme gekommen zu sein.

Eine Zusammenstellung verschiedener Rauchverbrennungs-Einrichtungen von Dr. August Seyfarth in Braunschweig, Dresden bei Rudolf Kuntze, ist vom sächsischen Ingenieur-Verein als Preisschrift gekrönt worden. Es wird in derselben S. 11 die Ansicht von Dumery, welche ich auch in einer Sitzung der Leipziger polytechnischen Gesellschaft äußern hörte: daß man größere Rauchmassen gar nicht entstehen lassen dürfte, weil sie nachher nicht mehr zu verbrennen seien, widerlegt. Ein Mehreres über Kettenroste, Roste mit umkehrender Flamme, Aufschüttevorrichtungen, über das Waschen des Rauches rc. findet man daselbst besprochen und durch 17 Tafeln erläutert.

Zeichnungen von ausgeführten Kesselmauerungen findet man vielfach in größeren Maschinenbauanstalten; in der Sammlung von Zeichnungen für die Hütte, herausgegeben von Zöglingen des Königlichen Gewerbe-Institutes zu Berlin, und in den technischen und Baujournalen und in dem mehrfach erwähnten ersten und zweiten Hefte der: Blätter für die gewerbliche Baukunde von J. Manger, Königlichem Bau-Inspector 2c. Berlin, bei Ernst und Korn, in welchen außer Dampfkesselfeuerungen mit und ohne Rauchverzehrung auch Dampfschornsteine, Koch-, Wasch-, Braukessel, Schmiedefeuer 2c. beschrieben und durch Zeichnungen erläutert werden.

Wenn man aber auch allen Rauch verbrennen oder vermeiden könnte, so ist nichts desto weniger immer ein verhältnißmäßig hoher Schornstein nöthig, um die nicht sichtbaren gasförmigen Verbrennungsproducte mit Schnelligkeit abzuführen und einen Zug, überhaupt eine Rauchverbrennung zu ermöglichen. Wo ein verhältnißmäßig niedriger Schornstein vorhanden ist, wie bei Locomotiven, wird der Zug künstlich von dem gleichzeitig durch den Schornstein geschickten Dampf befördert. Die Versuche, für feststehende Kesselfeuerungen den Schornstein ganz zu erübrigen, den Zug durch Gebläse und Ventilatoren zu bewirken (und den Rauch nöthigenfalls zu waschen) fanden bisher keine allgemeinere Anwendung.

§. 75. Stubenöfen und Kochapparate.

Die gebräuchlichsten Arten der Oefen sind:

1) Massenöfen, aus gebrannten Backsteinen bestehend, heizen sehr langsam.

2) Thönerne Oefen mit horizontalen Zügen, sogenannte Etagenöfen, haben eiserne Kasten. Sie heizen gut, erfordern aber viel Brennmaterial.

3) Kachelöfen auf eisernen Füßen, mit verticalen oder horizontalen Zügen, heizen gut und halten die Wärme lange, gebrauchen aber viel Feuermaterial.

4) Berliner Oefen neuer Construction mit sehr niedrig stehenden Feuerkästen und complicirter Führung der Flamme durch horizontale, stehende oder combinirte Züge; halten sehr lange warm, und bedürfen verhältnißmäßig wenig Brennmaterial zum Heizen.

5) Kachelöfen mit eisernem Regulirungseinsatz nach Meidingers System.

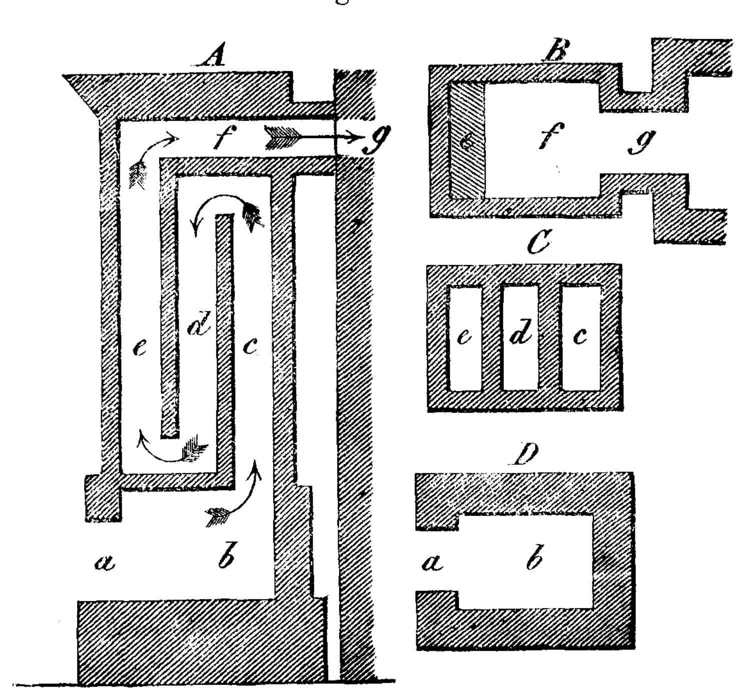
6) Eiserne Oefen verschiedener Construction, die wir hier

übergehen müssen, von welchen sich aber die Meidinger'schen Regulir-öfen vortheilhaft auszeichnen.

7) **Kaminöfen**, a. mit bloßer Kaminfeuerung, b. mit zwei Feuerungen, ein Kamin- und ein berliner Ofen neuer Construction.

Die Figur 595 zeigt einen Ofen mit stehenden Zügen, der von Mauersteinen gesetzt ist. D stellt den Längendurchschnitt vor, B ist der Grundriß unmittelbar unter der Decke des Ofens genommen, C der Grundriß in der Mitte des Ofens und D der Grundriß des Feuerherdes. Die Maße werden aus dem beigefügten Maßstabe deutlich. a ist das Heizloch, b der Feuerherd, c der erste steigende Zug, d ein fallender Zug, e der zweite steigende Zug, f ein wage-

Fig. 595.



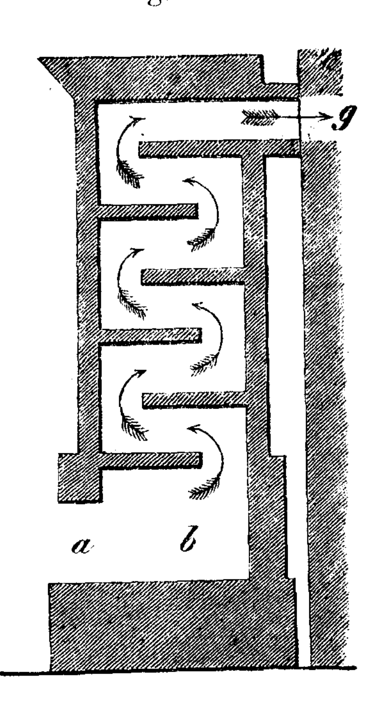
rechter Zug, welcher bei g in den zugehörigen Schornstein führt. Der Feuerkasten ist nach seiner ganzen Höhe von einer einen halben Mauerstein starken Mauer umgeben. Der obere Theil des Ofens dagegen, wo die Züge liegen, ist nur von auf die hohe Kante gestellten gebrannten Mauersteinen gebaut. Zum Setzen des Ofens nimmt man Lehm. Die Pfeile zeigen mit ihren Spitzen den Gang des Rauches an.

Wo die Züge eine wagerechte Decke erhalten, wird dieselbe bei so geringer lichter Breite des Ofens, wie hier 31 zm, nur aus doppelt im Verbande übereinander gelegten Dachsteinen von mindestens 36 zm Länge gebildet. Wird aber die lichte Breite des Ofens bis 39 und

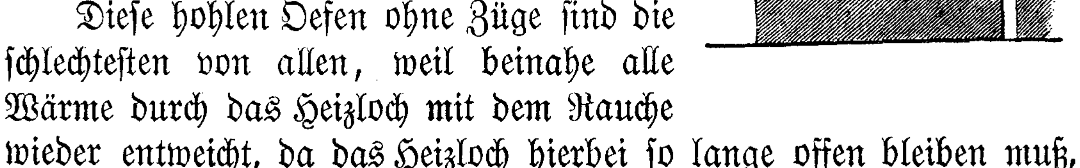
41^{zm} groß, so muß man diese wagerechten Decken von sogenannten Gesimssteinen bilden, welche bekanntlich 47^{zm} lang, 15^{zm} breit, 6^{zm} hoch sind. Diese werden dann auf die flache Seite gelegt. Wird die lichte Weite des Ofens aber so breit, daß sich weder Dachsteine noch Gesimssteine halten würden, um die wagerechten Absperrungen der Züge vornehmen zu können, so muß man zu diesem Zwecke wagerechte eiserne Stangen von 2^{zm} Quadratstärke unterlegen, und darauf von doppelt im Verbande gelegten Dachsteinen die Zugeindeckungen bilden.

Man kann dergleichen Oefen in geringeren Wohnungen auch in gleicher Art von Lehmsteinen setzen.

Fig. 596.



Der Ofen ist hier von innen zu heizen angenommen, sollte er von außen (also auf der entgegengesetzten Seite) zu heizen angenommen sein, so drehen sich die Züge blos um und der letzte Zug führt dann gleich in den Schornstein. Denkt man sich einen solchen Ofen innerhalb ohne alle Züge und auch das Abzugsrohr bei g nicht vorhanden, so muß der Rauch zum Heizloche hinaus. Alsdann muß der Ofen von außen geheizt und der Rauch entweder von einem Küchenrauchmantel oder einem Vorgelege aufgenommen werden, welche ihn dann weiter in einen zugehörigen Schornstein abführen.



Diese hohlen Oefen ohne Züge sind die schlechtesten von allen, weil beinahe alle Wärme durch das Heizloch mit dem Rauche wieder entweicht, da das Heizloch hierbei so lange offen bleiben muß, wie das Feuer im Ofen brennt.

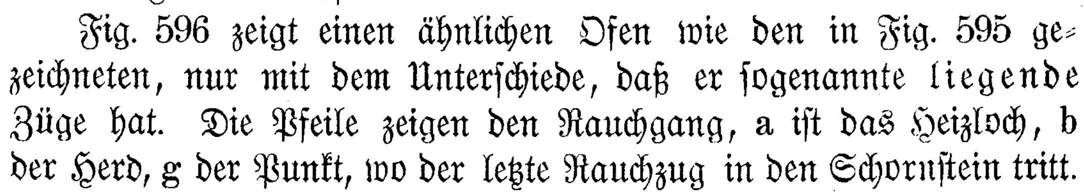


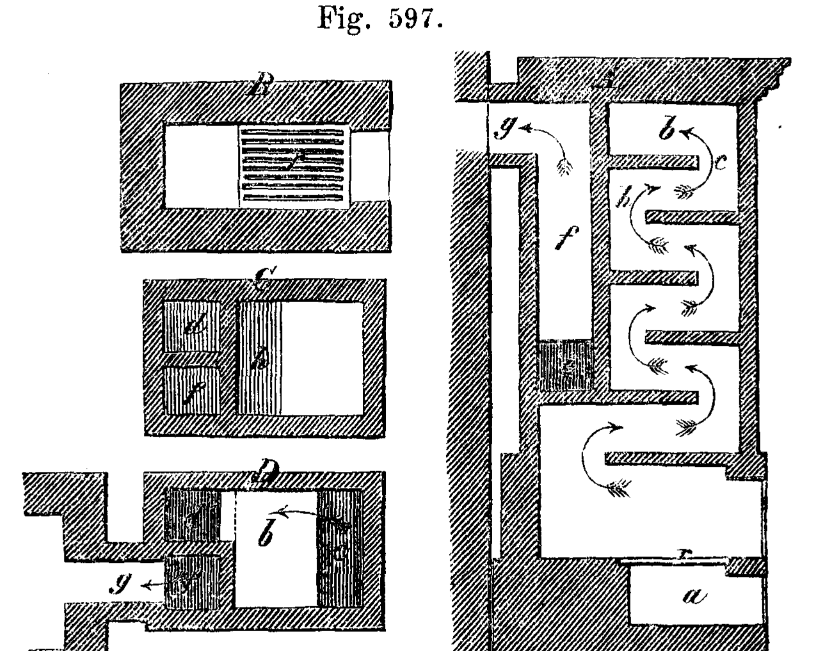
Fig. 596 zeigt einen ähnlichen Ofen wie den in Fig. 595 gezeichneten, nur mit dem Unterschiede, daß er sogenannte liegende Züge hat. Die Pfeile zeigen den Rauchgang, a ist das Heizloch, b der Herd, g der Punkt, wo der letzte Rauchzug in den Schornstein tritt.

Uebrigens gilt von der Anlage dieser wagerechten Züge alles, was bei den vorhergehenden Figuren darüber gesagt worden ist.

Die Fig. 597 A—D zeigt einen Ofen, mit stehenden und liegenden Zügen. A stellt den Längendurchschnitt vor, B den Grundriß des Rostes und Feuerherdes, C den Grundriß bei h des Durch-

schnittes, A den Grundriß unter der Decke des Ofens. Der Rost r und das Aschenloch a fallen, wenn blos Holz gefeuert wird, fort, während Torf und Steinkohlen stets einen Rost erfordern. Das Feuer steigt in den liegenden Zügen in der Richtung der Pfeile bis b, geht alsdann Fig. D nach dem fallenden Zuge d, aus welchem es durch die Oeffnung e Fig. A in den Zug f gelangt, in demselben hoch steigt und nach dem Schornstein geht. Während Oefen mit lie-

Fig. 597.



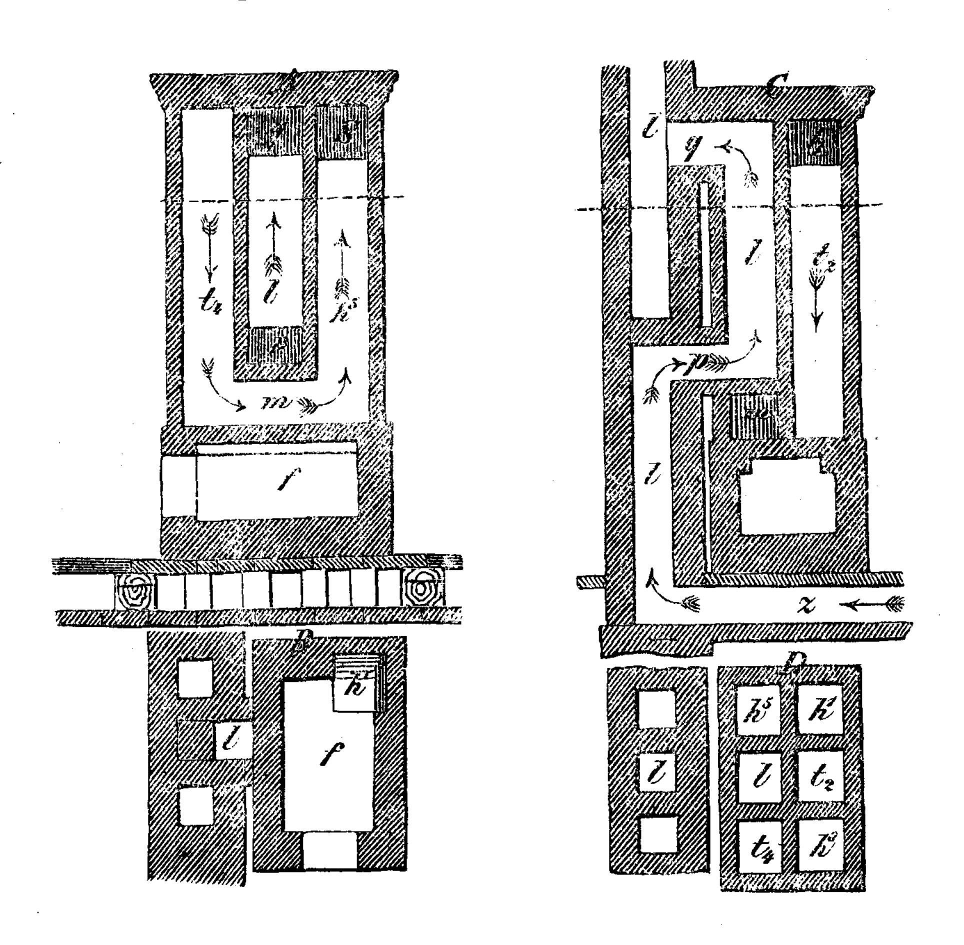
genden Zügen eine größere Festigkeit haben als solche mit stehenden Zügen, so gewähren die letzteren einen gemäßigteren Zug, so daß der in Fig. 597 dargestellte Ofen beide Vorzüge vereeinigt.

Die Figuren 598 und 599 zeigen einen Ofen mit Luftcirculation, worauf wir später noch näher zurückkommen werden.

Fig. A stellt den Längendurchschnitt der hinteren Seite des Ofens dar, Fig. B den Grundriß des Feuerherdes. Fig. C den Querdurchschnitt durch die Mitte, Fig. D den Grundriß in der Höhe der punktirten Linie.

Der Zug l steht nämlich außer Verbindung mit den übrigen Zügen des Ofens, und dient als Ventilationsabzugsrohr der verdorbenen Luft des geheizten Raumes. Werden die um denselben liegenden Züge h^5, t_2 und t_4 Fig. D und dadurch die in dem Kanale l befindliche Luft erwärmt, so zieht dieselbe durch q nach dem russischen Rohre l ab; während von z Fig. C aufs Neue Luft in der Richtung der Pfeile aus dem geheizten Raume zuströmt. Damit diese

Fig. 598. Fig. 599.



Luftcirculation lebhafter stattfindet, ist dazu der mittlere Kanal l Fig. D benutzt, weil derselbe von drei erwärmten Kanälen umschlossen ist, während der Kanal h^5 zwar mit weniger Umständen, aber auch mit weniger Erfolg hierzu verwendet werden kann. Der eigentliche Ofen hat also nur 5 Rauchzüge und zwar geht das Feuer von dem Feuerherde f Fig. B in dem Kanal h' in die Höhe, durch die Oeffnung b in dem Zug t_2 tief, steigt in h^3, fällt alsdann in t_4 Fig. A und geht bei m unter dem Luftkanal q, l hinweg, steigt in h^5 und geht durch die Oeffnung s nach dem Schornstein.

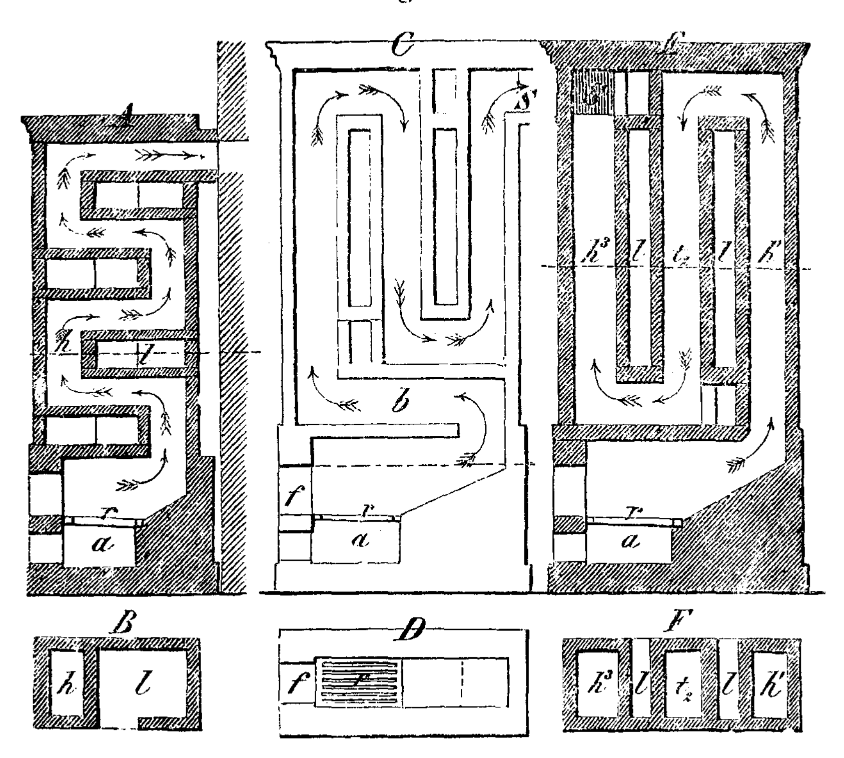
Wo das Feuer aus einem Zugkanal unten oder oben in einen andern geht, muß natürlich eine Oeffnung dazu vorhanden sein.

Wo die erwähnte Luftcirculation zur Trockenhaltung der Räume nicht nöthig ist, wird der Kanal l ebenso, wie die anderen Züge behandelt und der Zug geht alsdann von t_4 nach l, steigt daselbst hoch, so daß h^5 alsdann ein fallender Zug wird, der unten nach dem Schornstein führt. Diese Anordnung ist alsdann ähnlich der der russischen Stubenöfen, wo der letzte Zug immer ein fallender

ist und wo die Einmündung in den Schornstein in der Höhe der Decke des Feuerherdes stattfindet.

Um die Wärme nicht zu verlieren, welche die Zungen und Scheidungen der Züge im Innern des Ofens aufnehmen, hat man auch Oefen in der Weise gebaut, daß sich zwischen den einzelnen Zügen luftige Zwischenräume befinden, so daß unmittelbar die Wärme ausströmen kann. Die Fig. 600 A B zeigt eine solche Anordnung für

Fig. 600.



einen Ofen mit liegenden Zügen, nach Art der eisernen Etageöfen; D—F stellen einen Ofen mit stehenden Zügen dar. D ist der Grundriß des Rostes und Feuerherdes, welcher nach hinten etwas steigt, damit das Brennmaterial auf den Rost zurückfällt. F ist der Grundriß nach der Linie h′ h³; l und l sind die luftigen Zwischenräume. Das Feuer geht in der Richtung der Pfeile Fig. E durch die Züge und bei S nach dem Schornstein. Liegt derselbe der Feuerungsthür f gegenüber, dann trifft man die in Fig. C in einfachen Linien dargestellte Anordnung indem man den Zug über der Decke des Feuerherdes erst horizontal und alsdann durch die vertikalen Züge gehen läßt.

Der größeren Festigkeit und des besseren Aussehens wegen sind die Zwischenräume l an der vorderen Seite mit durchbrochenen Gittern, ja nicht ganz zugesetzt, da im letzteren Falle die schnelle Circu-

lation aufhören würde. Gewöhnlich kommen diese Oefen in Verbindung mit gußeisernen Feuerkasten vor, deren Seitenwände am untersten Theil des Feuerherdes mit Mauerziegeln ausgesetzt werden. Damit die Decke des Feuerkastens frei gegen die Luft liegt, um die Wärme gleich abgeben zu können, dürfen alsdann die beiden letzten Züge nicht bis auf dieselbe heruntergehen. Verschiedene Abänderungen, die hierbei noch vorkommen, übergehen wir.

An ihrer äußeren Fläche werden die von Mauersteinen gesetzten Oefen überweißt oder, wie es namentlich bei unglasirten Kachelöfen vorkommt, gefärbt, mit dem Pinsel mit ein Paar Farben besprengt und die Fugen durch schwache farbige Linien angezeichnet.

Was die Vorschläge zur Rauchverbrennung betrifft, so beziehen sich diese, wie bei den Dampfkesselfeuerungen, hauptsächlich darauf, den Feuerherd möglichst vollständig und am besten durch eine Ueberwölbung abzuschließen. Um beim Nachlegen des Brennmaterials die Feuerthür nicht öffnen zu müssen, wodurch das Feuer abgekühlt und Rauch erzeugt würde, wird das Brennmaterial, ähnlich wie durch einen Aufschüttetrichter, aufgegeben. Geschieht die Feuerung von außen, so ist die Ueberwölbung des Herdes um so leichter auszuführen und sie wird um so wirksamer, je stärker geheizt wird.

Was die Größe der Kachelöfen für die Zimmerheizung betrifft, so sind von Triest folgende Verhältnisse aufgestellt worden: für große Zimmer macht man den Umfang des Ofens = $^1/_9$ von dem Umfang des Zimmers; für mittlere = $^1/_8$, für kleinere = $^1/_7$. Die Höhe des Ofens wächst mit der Höhe des Zimmers und beträgt für große Zimmer von 2,5^m Höhe 2,2^m; für mittlere 2^m und für kleine 1,9^m; für jeden Meter, um den das Zimmer höher wird, ist der Ofen um 50^{zm} höher zu machen, natürlich mit Rücksicht auf die Kachelhöhen. Die Länge ist 1$^1/_2$ Kachel größer als die Breite, der Querschnitt der Züge ist etwa zu 400 □^{zm} zu nehmen. Eine bessere Art der Größenbestimmung von Oefen ist die auf jede 10 Kb.^{m} Luft des zu erwärmenden Raumes 0,60 □^{m} Heizfläche zu rechnen.

Die Kacheln am unteren Theil des Herdes werden mit Mauersteinen auf der hohen Kante, die im oberen Theil mit Dachsteinen und die Kacheln, welche in die Züge treffen, mit Lehm ausgefüttert. Außerdem kann man über die senkrechten und wagerechten Fugen der Kacheln im Innern Dachziegelstücke in Lehm eindrücken, wodurch es weniger leicht einraucht. Die Züge kann man aus doppelten hochkantig gestellten Dachziegeln in Lehmmörtel herstellen, so daß jede Wange

zwei Dachziegel mit der dazwischen liegenden Lehmfuge stark ist. Diese Dachziegel müssen so versetzt werden, daß ein Verband sowohl nach der Länge wie auch nach der Höhe stattfindet; außerdem sind die Winkel der Züge gut mit Lehm auszustreichen. Die Decke der Züge muß mindestens aus einer doppelten Lage Dachsteine in Lehm bestehen, weil es dort am leichtesten einraucht; noch besser ist eine doppelte Decke mit einer Isolirschicht. Die Decke über dem Feuerkasten kann man, statt mit langen Simssteinen, auch durch eine doppelte Lage Dachziegel auf untergelegten Schienen fertigen. Da aber das Eisen sich stärker ausdehnt, als das übrige Material des Ofens, so muß man den Schienen leeren Raum zur Ausdehnung geben, weil sie sonst den Ofen auseinanderdrücken würden. Dasselbe ist bei den kleinen Drahtankern, womit die Kacheln zusammengehalten werden, zu berücksichtigen. Kachelöfen, für Holzfeuerung, die also keinen Aschenfall bedürfen, werden bisweilen auf einen hölzernen mit Schienen belegten Rahmen gesetzt, der von 23 zm hohen gemauerten oder hölzernen Füßen getragen wird, so daß die Wärme des unteren Theils nicht verloren geht. Wenn man dies nicht thut, ist es zweckmäßig, den Fuß des Ofens hohl zu setzen, also mit Kanälen zu versehen, vor welche durchbrochene Platten gesetzt werden. Der Verschluß der Oefen erfolgt am gefahrlosesten durch eine doppelte, luftdicht schließende Ofenthür.

Was die äußere Ausstattung der Oefen betrifft, so unterscheidet man feine weiße, sogenannte Porzellanöfen, halbweiße, bronzefarbige und bunte nach der Güte der Kacheln, der Glasur und Farbe. Die Verzierungen der Kachelöfen, nämlich die oberen Aufsätze, die Einsatzstücke, die Gesimse und häufig auch die Kanten läßt man in neuerer Zeit oft ohne Glasur in gelben, gebrannten Thon stehen, oder läßt sie mit Wachsfarbe streichen, wodurch die Reliefs viel schärfer hervortreten, da sie nicht mit der Glasur verschmolzen werden. Vorzugsweise werden dergleichen gebrannte Thonornamente angewandt bei halbweißen Kacheln, da letztere gegen fein weißglasirte Ornamente sehr grau erscheinen.

Es folgen hier noch die wichtigsten Kochanlagen für geschlossene Feuerungen, nachdem die offenen Feuerungen schon früher erwähnt wurden.

Die Sparherde sind entweder ganz aus Eisen oder sie sind mit einer eisernen Kochplatte gedeckt. Letztere, welche unmittelbar über der Feuerung liegt, besteht gewöhnlich aus mehreren Stücken, welche in den Rahmen vermittelst Falzen eingelegt werden. Die ein-

zelnen Theile der Kochplatte sind entweder viereckige Stücke, in welchem Falle die Kochgeschirre auf dieselben gestellt werden, oder es sind in der Platte kreisrunde Löcher angebracht, welche durch Ringe beliebig vergrößert oder verkleinert werden können. Die eisernen Töpfe werden in letzterem Falle so in die Oeffnungen eingesenkt, daß sie direkt vom Feuer umspielt werden. Diese Einrichtung nennt man Ringelfeuerung und ist dieselbe zum Kochen sehr praktisch, kann aber keine Verwendung zum Braten finden.

Fig. 605.

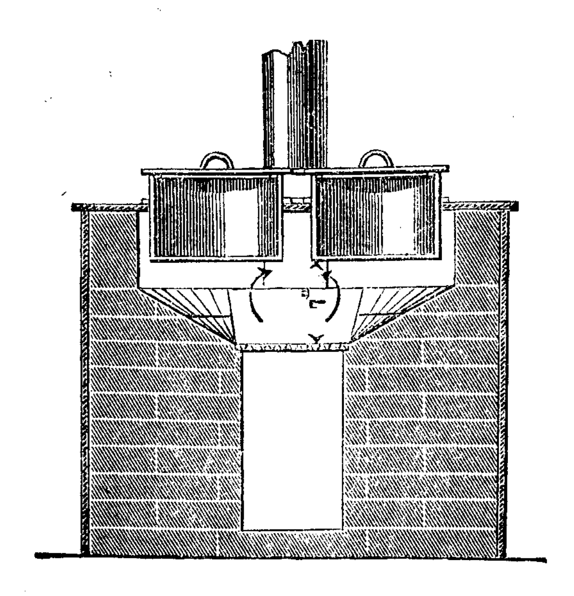
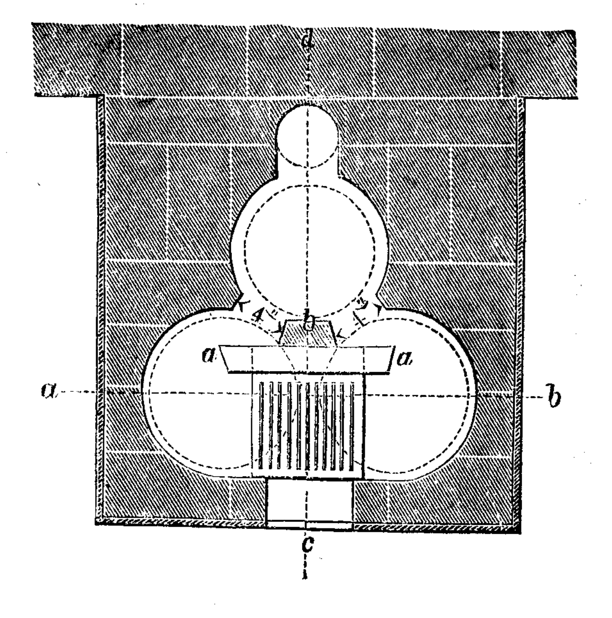


Fig. 606.



Die **Kochmaschinen** oder Röhrenkochapparate lassen sich zu jeder Art von Speisebereitung benutzen und sind sie deshalb die zweckmäßigsten Kochapparate.

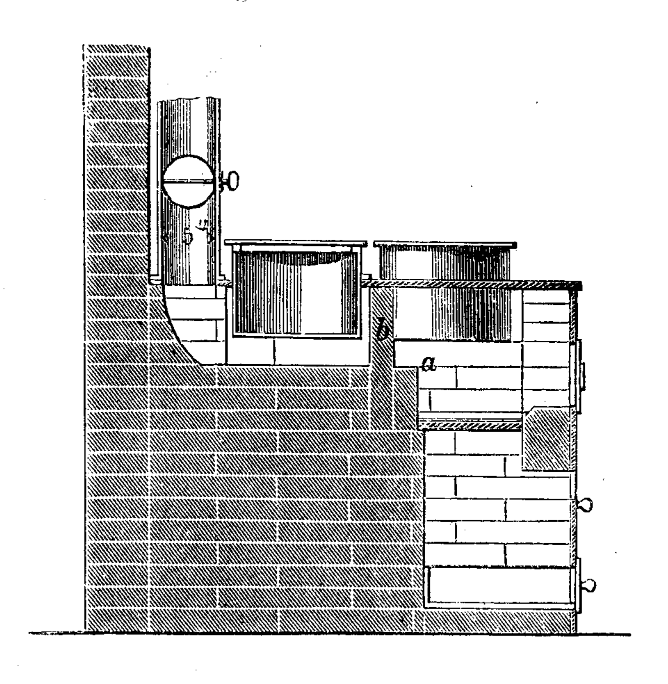
Kochapparate, Ringfeuer und Kochmaschinen findet man ebensowohl von Gußeisen oder Eisenblech, als auch von Backsteinen gemauert, mit eingesetzten eisernen Platten, Thüren und Röhrenkasten. Die eisernen Kochapparate haben allerdings den Vorzug, daß sie keinen großen Raum einnehmen und leichter transportabel und aufstellbar sind, auch sind sie wohlfeiler. Sie sind aber, da sie die Hitze sehr schnell abgeben, belästigend für diejenigen, die daran kochen. Die gemauerten Kochmaschinen bekleidet man gewöhnlich mit Fliesen, Kacheln oder Marmorplatten.

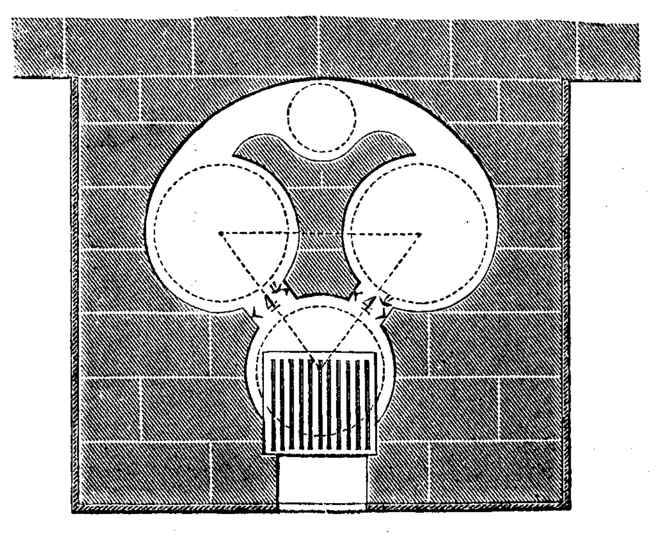
Fig. 605—607 ist ein kleiner Kesselherd mit drei versenkten Töpfen, welche im Kleeblatt sitzen und zwar in Fig. 605 und 607 in den

senkrechten Durchschnitten nach den Linien **ab** und **cd** Fig. 606; in Fig. 606 im horizontalen Durchschnitt unter der Herdplatte.

Die beiden vorderen Oeffnungen zum Einsetzen von Kochgeschirren befinden sich über dem Rost und gleichweit von der Mitte desselben entfernt, während die dritte Oeffnung hinter dem Roste in der Richtung seiner Axe liegt. Die Form des Feuerraumes ist besonders aus Fig. 605 ersichtlich. Ein Backstein a ist dicht hinter dem Rost auf die lange Seite gestellt, indem er mit den beiden schmalen Seiten an die schräg aufsteigenden Steine des Feuerraumes eingreift; hinter diesem Steine ist ein zweiter b hochkantig so auf die schmale Seite gestellt, daß zwischen dessen vorderen Kanten und den Seiten der

Fig. 607 und 608.





vorderen Töpfe nur ein sehr geringer Zwischenraum bleibt, welcher bis zur Deckplatte des Herdes reicht.

Fig. 609.

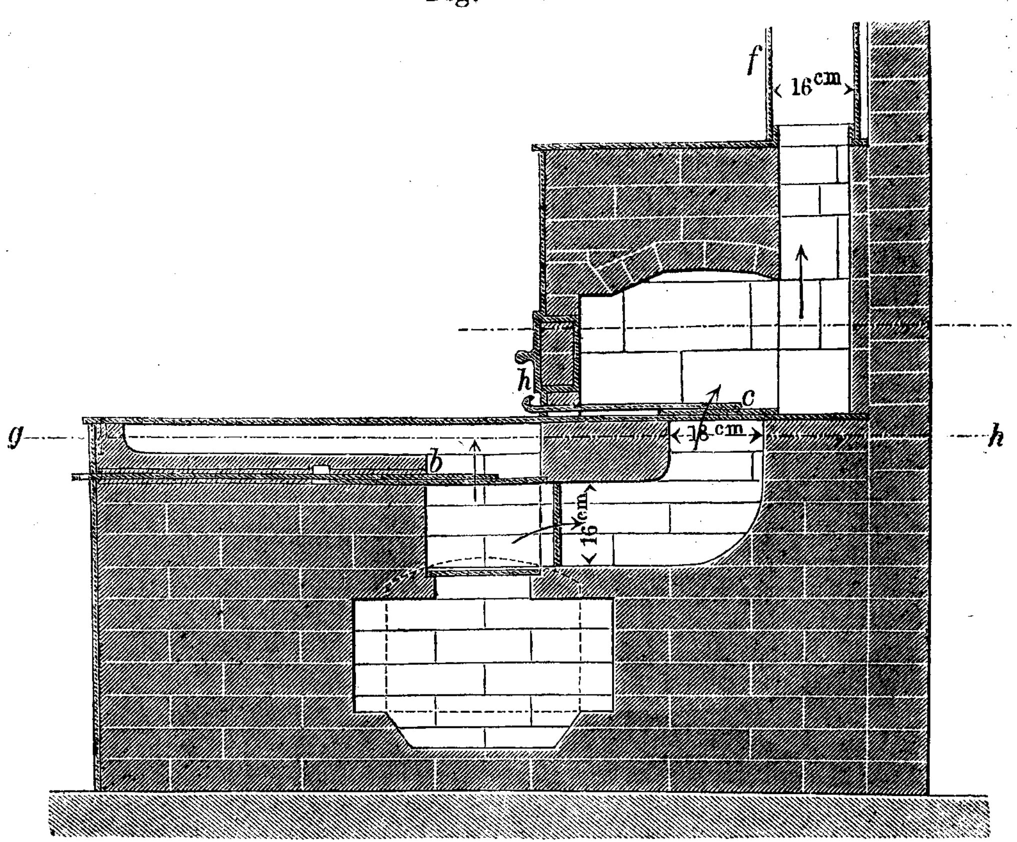
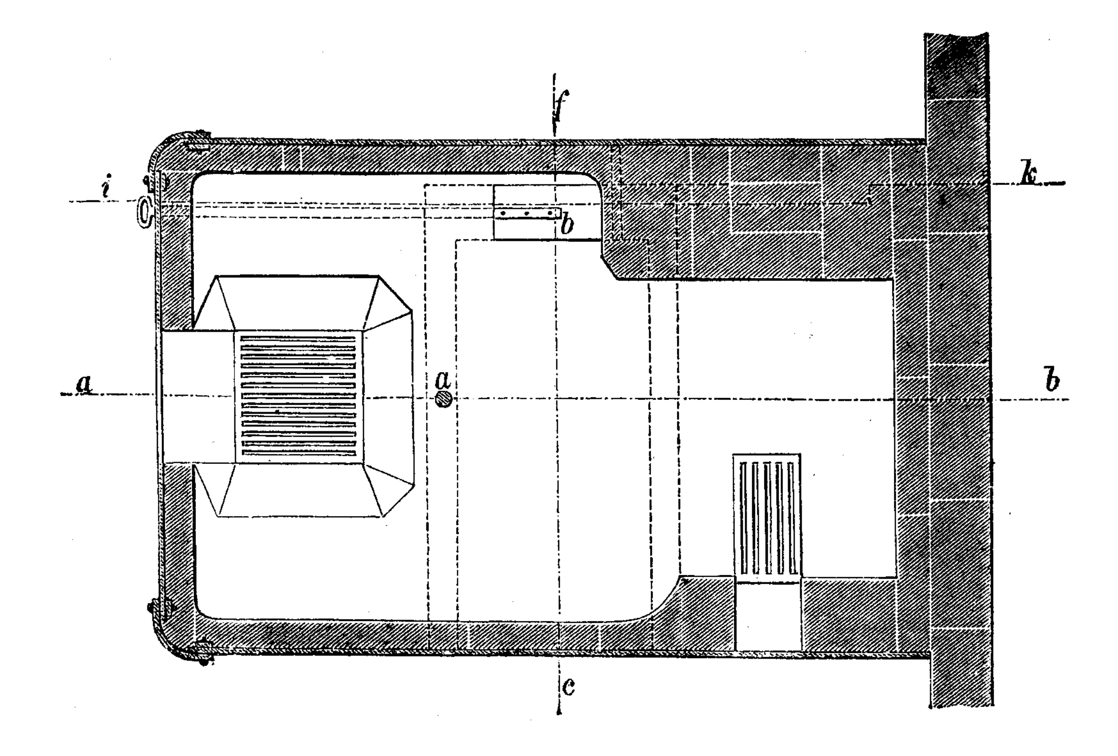


Fig 610.



Hinter diesem aufgestellten Stein ist das Mauerwerk des Herdes so weit hinaufgeführt, daß zwischen demselben und dem Boden des hinteren Topfes nur etwa 5^zm^ Zwischenraum bleiben, während die Ummauerung zwischen den Seiten der drei Töpfe einen zum Circuliren der Hitze dienenden Zwischenraum von nur $2^1/_2$ zm läßt. Diese Zwischenräume zwischen dem Steine b und der Ummauerung betragen 10 zm, durch welche Hitze zum hinteren Topfe einströmt und von da durch das unmittelbar hinter demselben befindliche, mit einer Klappe befindliche Stechrohr in den Schornstein entweicht. Der Herd ist mit eisernen Verstellplatten umkleidet, an Stelle dessen auch Fliesen verwendet werden können.

Bei dem Fig. 608 im Grundriß dargestellten Herde, sitzt ein Topf über dem Rost, während die beiden anderen in gleicher Entfernung hinter demselben angebracht sind. Zum Zweck der Circulation des Feuers um die hinteren Töpfe ist zwischen denselben der Mauerkörper x angelegt, welcher bis unter die Herdplatte reicht.

Einen größeren Kochherd mit Bratofen zeigt Fig. 609 und 610 im Durchschnitt und Grundriß. Der Herd ist nur mit einer Einsatzöffnung über dem Rost versehen und dient außerdem zum Kochen auf der Platte. Diese wird theils vom Mauerwerk, theils von Eisenstützen a Fig. 610 getragen. Der untere Theil des Herdes enthält noch einen Ofen, der zum Backen und Braten benutzt werden kann, mit besonderer Feuerung. Der obere Theil ist ebenfalls ein Bratofen mit Wasserschiff. Dieser Ofen ist ebenfalls mit specieller Feuerung versehen, für den Fall, daß die abgehende Hitze des Herdes nicht ausreichen sollte.

Die Hitze, welche unter der Herdplatte hingeführt wurde, umzieht den oberen Bratofen mit Wasserschiff, worauf sie durch die Blechröhre in den Schornstein geführt wird. Für die Leitung der Hitze des unteren Bratofens, deren Lauf Fig. 609 zeigt, dienen die beiden Schieber b und c, will man sie nämlich unter die Herdplatte führen, so wird der Schieber b geöffnet, während c geschlossen bleibt, und wenn die Hitze in den Backofen gehen soll, umgekehrt. Zur Reinigung der Züge dienen die mit Kapseln geschlossenen Oeffnungen **h h**. Derartige Plattenfeuerung mit nur einer Ringöffnung zum Hineinhängen der Casserollen sind viel vortheilhafter und sparsamer im Brennmaterialverbrauch als die Feuerungen mit 3 oder mehr Ringöffnungen, und deshalb neuerdings nur da nicht im Gebrauch, wo alte Ring-Platten vorhanden sind, oder die Gewohnheit sich vom Alten nicht lostrennen kann.

In vielen Fällen wird ein Ofen gewünscht, der zum Kochen und gleichzeitig zum Heizen eines Zimmers dienen soll. Diese Einrichtung ist zwar zur Ersparung von Feuerwerk gut, ist aber mit Rücksicht auf die Gesundheit nicht sehr zu empfehlen. Die Heizung eines Zimmers macht selten eine so starke Feuerung nöthig als das Zubereiten der Speise, daher wird leicht eine zu hohe Temperatur erzeugt. Außerdem verbreiten sich die Kochdünste im Zimmer. Nur dann sind Anlagen dieser Art zu empfehlen, wenn sie größere Räume heizen und wenn der Kochraum sich außerhalb des Zimmers befindet.

Die Anlagen von den verschiedenartigsten Stubenöfen, Kochöfen, sogenannten verdeckten Herden, welche mit zu den Kochöfen gerechnet werden können, sind so unendlich mannigfaltig, daß wir, nach dem beschränkten Plane des Buches, nur auf solche Werke hinweisen müssen, wo man dergleichen vollständig ausgeführt findet.

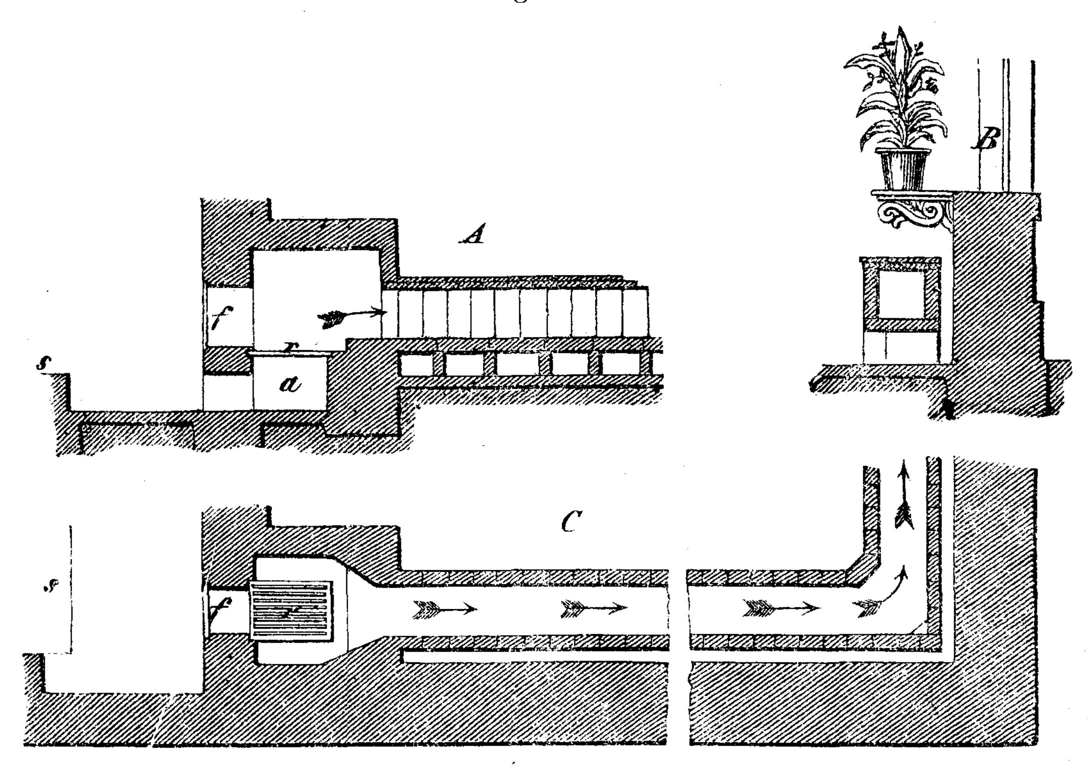
Wir bemerken nur, daß man, um auf der Platte eines Ofens oder Herdes zu kochen, das Feuer unter derselben möglichst preßt, weil dadurch die Hitze stärker gegen die Platte wirkt, wie dies schon bei Anlage der Braupfannenfeuerungen bemerkt wurde. Sind die Platten mit Löchern versehen, die je nach der Größe der einzuhängenden Töpfe durch eingelegte Ringe verengt werden können, so muß die Zughöhe bis an die Platte natürlich so groß sein, daß der größte eingehängte Topf nicht blos an den Seiten, sondern auch unter dem Boden vollständig vom Feuer bestrichen wird. Für die Bratröhre ist außerdem eine sehr bedeutende Oberhitze nöthig, weshalb man das Feuer oft über der Bratröhre zusammenpreßt, d. h. durch einen sehr niedrigen Zug schlagen läßt.

§. 76. Kanalheizung.

Eine andere Art der Heizung ist die Kanalheizung, welche wir bereits kennen gelernt haben. Man wendet dieselbe namentlich auch in Gewächshäusern statt der Ofenheizung an und macht die Kanäle häufig viereckig, entweder aus Kacheln oder aus Mauer- und Dachziegeln (und auch aus Gußeisen). Diese Kanäle bringt man, damit sie die Räume von unten nach oben durchziehen, entweder unter dem Fußboden an, wo alsdann über der Decke derselben eine durchbrochene gußeiserne Platte zu liegen kommt, oder sie kommen zum Theil in den Fußboden oder ganz über denselben zu stehen. Fig. 611 A stellt den Längendurchschnitt, C den Grundriß und B den Querdurchschnitt dar. Der Boden der Kanäle wird $1\frac{1}{2}$ Stein breit die lichte Breite und Höhe = 1 Stein. Die Kanäle läßt man nach

dem Schornstein zu etwas steigen und legt den Boden, damit die Wärme von allen Seiten abgegeben werden kann, nicht unmittelbar auf ein Pflaster, sondern hohl auf untergelegte Steine. Oben werden die Kanäle in der ersten Hälfte der Länge mit einer doppelten Lage von Dachsteinen, in der zweiten Hälfte bisweilen nur mit einer einfachen Lage abgedeckt. Die Länge der Kanäle macht man meistens nicht über 28^m und wendet andernfalls lieber zwei verschiedene Kanäle, jeden mit einer besonderen Heizung an, weil sonst der Zug zu schwach wird, besonders, wenn der Schornstein nur etwa $9^1/_2{}^m$ hoch ist. Wo es an Raum gebricht, legt man die Kanäle übereinander;

Fig. 611.



der Zug geht alsdann in dem unteren Kanal hin, steigt hinten und geht in dem oberen zurück nach dem Schornstein. In diesem Falle unterscheidet sich die Anlage der Kanäle von den letzten beiden liegenden Zügen des, in Fig. A dargestellten Etagenofens wesentlich nur durch die größere Länge.

Bei den vorher besprochenen Ofen- und Kanalheizungen wird die Luft in den Räumen unmittelbar von den erhitzten Wänden allmählig erwärmt und namentlich, wenn die Heizung von Innen erfolgt, nicht zu trocken, da dann eine große Menge frischer Luft durch die Ritzen in Thüren und Fenstern zuströmen muß, um das Fenster zu unterhalten.

Die Canalheizung braucht unverhältnißmäßig viel Brennmaterial und steht in Betreff der Nachhaltigkeit des Heizeffekts allen andern, in der ersten Anlage allerdings kostspieligern Heizungsarten nach.

§. 77. Luftheizung.

Das Prinzip der sogenannten Luftheizung besteht darin, in einer Heizkammer, die meistens im Souterrain liegt, warme Luft herzustellen, dieselbe mittels Kanälen in den zu erwärmenden Raum einzuführen, und die kalte Luft aus demselben abzuführen. Letzteres geschieht entweder nach der Heizkammer zurück, wodurch aber die alte Luft wieder aufgewärmt in den zu heizenden Raum eingeführt wird, oder nach dem Dachraume. Die Haupttheile einer sogenannten Luftheizung sind demnach:

1) Luftkanäle, welche fortwährend frische Luft der Heizkammer zur Erwärmung zuführen;

2) die Heizkammer;

3) warme Luftröhren, in denen die warme Luft vermöge ihrer größeren Leichtigkeit emporsteigt, und welche stets senkrecht oder nahezu senkrecht hinauf geführt werden müssen;

4) kalte Luftröhren, welche die kalte Luft aus den zu erheizenden Räumen abführen.

Die Luftkanäle ad 1 werden am Besten recht weit angelegt, aber mit Schiebern zum Reguliren des Luftzuges und zum gänzlichen Abschließen versehen. Diese Schieber müssen entweder in den horizontalen Kanälen horizontal eingeschoben werden, damit man jede beliebige Oeffnung aufstellen kann, ohne daß der Schieber von selbst zufällt, oder es müssen besondere Feststellvorrichtungen für den hochgezogenen Schieber angewandt werden, welche aber auch die verschiedenartige Regulirung der Luftzuströmung möglich machen müssen.

Die Heizkammer ad 2 muß stets gewölbt sein, von ihrem höchsten Punkte aus, in dem sich die wärmste Luft sammelt, müssen die warmen Luftröhren ausgehen. In ihren tiefsten Punkt münden die Luftkanäle ad 1 ein. Ueber die Heizapparate wird in Folgendem das Nöthige gesagt werden. Die warmen Luftkanäle müssen so weit als es irgend die Mauern gestatten angelegt werden. Sie können gemauert werden oder auch aus glasirten Thonröhren bestehen, und dürfen nicht sehr schräge, horizontal aber niemals gezogen werden. Die Ausströmungs-Oeffnung der Luftkanäle wird am besten 1,9—2,5^{m} über dem Fußboden des zu erwärmenden Raumes angelegt, da-

mit man nicht direct von der heißen Luft angeweht wird, was sehr lästig ist. Diese Oeffnungen in oder dicht über dem Fußboden anzubringen, hat durchaus keinen Zweck, da die warme Luft aus jeder Oeffnung direct nach der Zimmerdecke steigt, sich dort mehr und mehr sammelt, bis die warme Luftschicht bis unten hinunterreicht, und die kalte Luft durch die ad 4 erwähnten kalten Luftabzüge hinausgedrückt hat. Für jede Etage müssen besondere warme Luftröhren von der Heizkammer ab angelegt werden, da in gemeinschaftlichen Röhren für mehrere Etagen nur die oberste geheizt werden würde, indem die leichte Luft direct nach dem höchsten Punkte des Rohr's steigen würde.

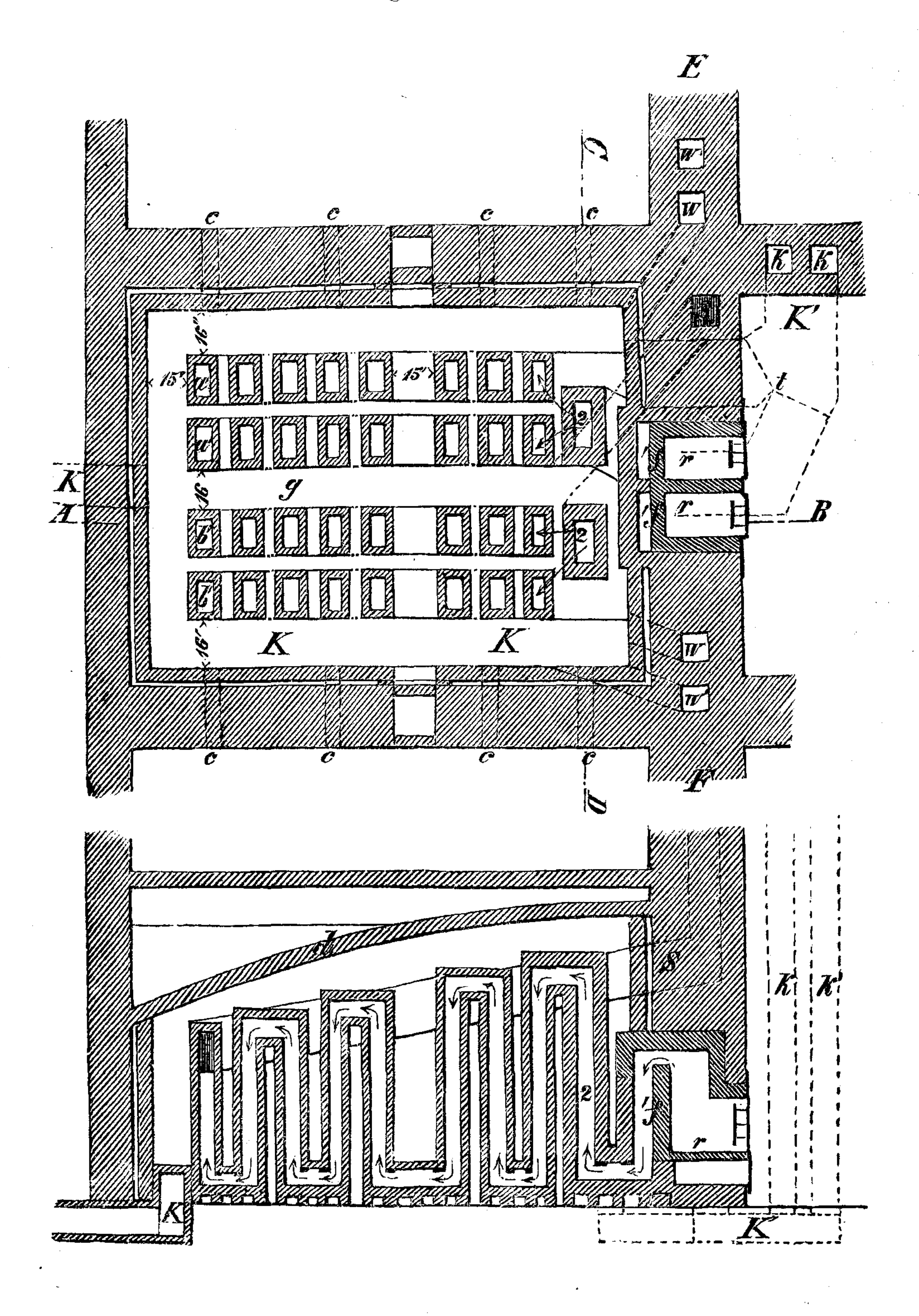
Die kalten Luftröhren ad 4 erhalten $^2/_3$ des Querschnitts der warmen Zuleitungskanäle und werden ebenfalls meistens gemauert. Ihre Oeffnung nach dem Zimmer mündet möglichst dicht über dem Fußboden und führt nach der Heizkammer zurück, sobald die zu erwärmenden Zimmer nicht gleichzeitig ventilirt und fortwährend mit frischer Luft versorgt werden sollen. Im letzteren Falle führen die kalten Luftabzüge in den Dachraum oder in eine sonst geschützte Räumlichkeit. Ist die Ventilation nicht gleichzeitig Bedingung, so läßt man die Kanäle ad 1 nur so lange offen, als das Feuer im Ofen brennt und schließt sie danach ab, so circulirt nachher die Luft von der Heizkammer durch die warmen Luftröhren nach dem zu erwärmenden Raume, und von da durch die kalten Luftröhren nach der Heizkammer zurück, vermöge der Verschiedenheit der Schwere von kalter und warmer Luft. Hierdurch wird sehr an Heizmaterial erspart, gegenüber dem vorigen Verfahren.

Die Heizapparate oder Oefen, welche die Luft in der Heizkammer erhitzen sollen, können gemauert oder aus Guß- oder Schmiedeeisen construirt sein.

Gemauerte Oefen werden am besten aus mittelstark gebrannten Ziegeln hergestellt, wenig eignen sich Chamottsteine oder Klinker, die zu gute Wärmeleiter sind. Sie haben den Vortheil, die Wärme lange zu erhalten, aber den Nachtheil, nur langsam erwärmt werden zu können, und große Heizkammern zu verlangen, da die gemauerten Züge sehr viel Platz brauchen. Es geht dadurch viel Raum im Keller verloren, namentlich weil unter je 3 bis 4 zu erwärmenden Räumen immer eine Heizkammer angelegt werden muß, wegen des senkrechten Hinaufführens der warmen Luftröhren.

Eiserne Oefen haben den Vortheil der schnellern Erhitzung bei dem Nachtheil, die Wärme nicht so lange zu halten. Sie müssen

Fig. 612 u. 613.



vor Allem so eingerichtet sein, daß das Eisen selbst bei der stärksten Feuerung niemals rothglühend wird. Das rothglühende Eisen oxydirt sehr schnell, wodurch der Ofen bald zerstört, aber auch der Luft die Feuchtigkeit entzogen wird, die für die Gesundheit nothwen-

dig ist, ferner zersetzt es die Luft selbst und macht sie ungesund, verbrennt außerdem die in der Luft schwebenden Sonnenstäubchen zu Asche, welche dann eingeathmet wird und einen trockenen Halsreiz erzeugt. Es ist demnach nothwendig, eiserne Oefen stets so weit inwendig mit Chamottsteinen zu bekleiden, als die Stichflamme reicht, der weitere Rauch kann direct in eisernen Röhren fortgeführt werden. Um den Mangel an Wasserdampf in der erhitzten Luft zu ersetzen, läßt man dieselbe über gefüllte Wasserbecken streichen, wodurch sie wieder Wasserdampf anzieht. Ein vorzügliches Mittel, die Luft gut zu erhalten, ist die Anlage großer Heizkammern, so daß die erwärmte Luft nicht über 40° nach Réaumur erwärmt in den zu heizenden Raum eintritt.

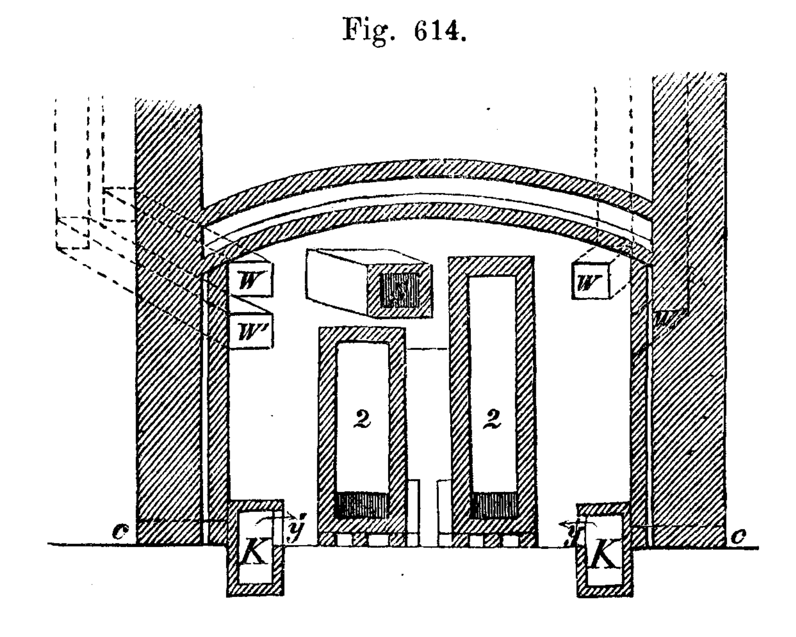
Man kann rechnen 0,1 □^m Heizfläche eines gemauerten Ofens auf $2^1/_2$—3 Kbm. zu erwärmende Luft und

0,1 □^m eines eisernen Ofens auf $7^1/_2$—9 Kbm. zu erwärmende Luft. Die Länge der hin und her in liegenden oder auf und nieder in stehenden Zügen geführten Züge darf nicht mehr als 25^m betragen.

Ein Beispiel eines gemauerten Heizapparates ist in Fig. 612 und 613 gegeben.

Fig. 612 stellt den Grundriß dar, Fig. 613 den Durchschnitt nach der Linie AB des Grundrisses, Fig. 614 den Querschnitt nach der Linie CD des Grundrisses.

Fig. 614.



Wie man aus dem Grundriß sieht, liegen zwei Roste rr, jeder 70^{zm} lang und 44^{zm} breit neben einander. Die Ofenzüge sind stei-

gend und fallend. Sie sind in der Heizkammer in zwei Gruppen angeordnet. Zwischen den Gruppen und den Seitenzügen ist ein 40^{zm} breiter Gang, von welchem aus die etwaigen Reparaturen bewirkt werden können. Die Wände des Feuerkastens (bei den Rosten r r) und der Feuerbrücke f sind von Chamotte-, alle übrigen Theile des Ofens aber von gebrannten Steinen. Die Canäle 1 hinter der Feuerbrücke sind 55^{zm} und 13^{zm} groß. Der Canal 2 in jeder Gruppe ist 39 und 15^{zm} im Lichten groß, einen halben Stein stark; sämmtliche übrigen Canäle aber sind von Steinen auf der hohen Kante angefertigt 28^{zm} im Lichten lang, 14^{zm} breit.

Nachdem das Feuer über die Feuerbrücke den, einen halben Stein starken Canal passirt ist, theilt es sich und geht in die beiden Zweige jeder einzelnen Gruppe dergestalt über, daß es bis zu den Canälen a'a'b'b' in jedem Zweige einen Weg von etwa 26^{m} macht. Hier vereinigen sich sämmtliche vier Canäle a'a'b'b' in einen einzigen, der im Durchschnitt Fig. 613 ersichtlich ist, über dem Mittelgang g der Gruppen liegt und direct in den 26^{zm} starken Schornstein s führt. Sollte in sehr kalten Tagen das Anheizen des Ofens mit Schwierigkeiten verknüpft sein, so kann hier eine kleine Hülfsfeuerung angelegt werden.

Die einzelnen Kanäle stehen, wie man aus Fig. 613 sieht, mit ihren unteren Seiten nicht unmittelbar auf dem Fußboden der Heizkammer, sondern auf einzelnen gebrannten Steinen, die einen Zwischenraum lassen, um dadurch so wenig als möglich Heizfläche zu verlieren.

Bei dem vorliegenden Ofen ist die Anlage der 26^{zm} im □ großen Kanäle für warme Luft w w' in sofern mit Schwierigkeiten verknüpft gewesen, als derselbe unmittelbar unter dem Flur des Gebäudes steht und die Mittelwand EF nicht zur Anlage derselben benutzt werden konnte. Man ist deshalb gezwungen gewesen, die Kanäle w w' rechts und links abzuleiten, um dadurch die Längsscheidewände der Zimmer zu erreichen. In Fig. 614 ist die Führung der warmen Kanäle deutlich sichtbar und man kann hier auch erkennen, daß sie in verschiedenen Höhen in die Heizkammer einmünden. Die oberen Einmündungen w sind für das Erdgeschoß, die unteren w' für die erste Etage bestimmt.

Bei K Fig. 612—614 ist der Kanal sichtbar für die Einleitung der reinen kalten Luft von der Straße. Man sieht auch hier (bei y Fig. 614) die Einströmungsöffnungen in die Heizkammer. Der Kanal

ist in dem vorliegenden Falle aus gebrannten Steinen, die auf den Kopf gestellt sind, gebildet.

Im Grundriß Fig. 612 und im Durchschnitt Fig. 613 sind bei K' die zusammengezogenen Kalte-Luftkanäle, in welchen die kältere Luft aus den Zimmern in die Heizkammer geführt wird, angedeutet. Bei t theilt sich der Kanal K' in zwei Theile, deren einer unter die Roste der Feuerkasten und deren anderer in den Kanal K der Heizkammer geht. Bei t liegt unter dem Fußboden eine Klappe, durch deren Stellung die kalte Luft entweder unter den Rost oder in die Heizkammer geführt wird. Außer den bis jetzt genannten Zügen für kalte Luft sind noch im Souterrain, und zwar in gleicher Höhe mit dem Pflaster desselben, in den beiden Seitenmauern der Heizkammer kleine, 15 zm im Quadrat große Kanäle cc angebracht, die nach Bedarf geöffnet, oder an der äußeren Seite durch lose vorgesetzte Mauersteine geschlossen werden.

Dieser Lübke'sche Ofen ist bereits bei mehreren öffentlichen Anstalten zur Ausführung gekommen und hat zufriedenstellende Resultate geliefert.

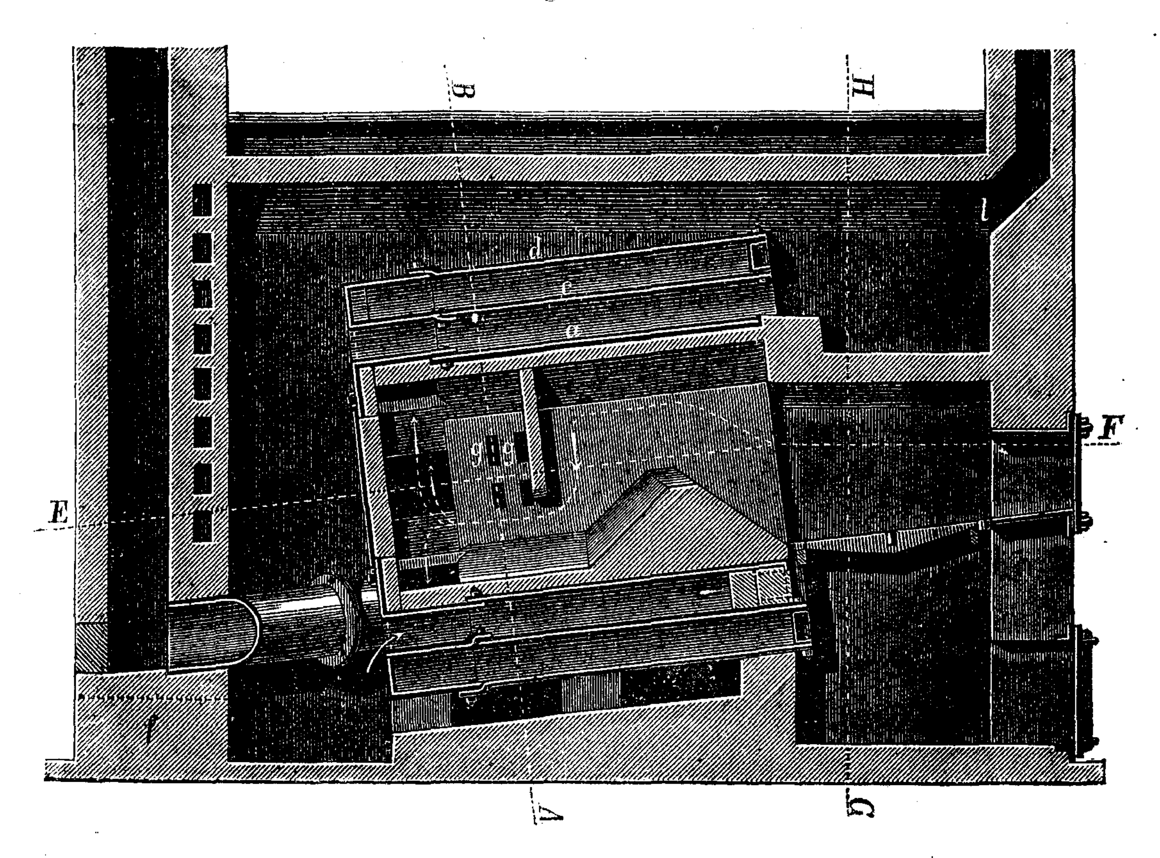
Die eisernen Heizapparate bestanden bisher meistens in einem gußeisernen mit Chamottesteinen ausgefütterten parallelopipedischen Heizkasten, aus welchem zwei eiserne Röhren den Raum in stehenden oder liegenden oftmals hin und her geführten Zügen nach dem Schornstein leiteten. Dies System hat sich vollständig bewährt, nutzt aber das Heizmaterial nicht sehr aus, da die Züge sehr lang sind und verhältnißmäßig wenig Heizfläche gewonnen wird.

Um letztere Uebelstände zu vermeiden, hat Herr Regierungs- und Baurath C. Schwatlo in Berlin einen Apparat construirt, welcher beim Ausbau des Königlichen Gewerbe-Instituts in Berlin daselbst ausgeführt ist und sich dort seit Jahren bewährt hat. Im Wesentlichen stimmt die hier vorgeführte Construction mit den sogenannten Calorifères, wie sie u. A. Heckmann in Mainz jetzt vorzüglich wirksam anlegt. Die Apparate des Letztern sind jedoch stehend, während hier liegende Züge zur Anwendung kommen.

Fig. 616 zeigt den Grundriß in der Höhe EF, Fig. 615 den Längendurchschnitt, Fig. 618 den Querschnitt bei AB, Fig. 617 den Querschnitt bei GH. Das Feuer tritt vom Roste durch den innern gußeisernen Cylinder a und die sechs Verbindungsröhren b in den Raum zwischen den beiden äußern Cylindern c und d. In diesem theilt sich das Feuer in zwei Züge ee und vereinigt sich sodann wie-

der mittelst derselben im Schornstein. Vor zu schneller Abkühlung ist der Kessel durch die vielfach vorkommende Chamottstein-Ausmauerung gesichert. Hauptsächlich ist letztere jedoch nothwendig, um das dem Kessel selbst sowohl, als auch namentlich der zu erhitzenden Luft so schädliche Rothglühend werden des Gußeisens zu verhüten. Die Zusammensetzung des Kessels und die einzelnen Verbindungen der Cylinder sind aus den Figuren deutlich zu ersehen.

Fig. 615.



Zur Rauchverbrennung und Erzielung eines größeren Hitzegrades tritt am Ende des innersten Cylinders, durch die Oeffnungen ggg glühend heiße Luft aus den Seitenkanälen hh in den Feuerraum. Dieselbe ergänzt sich aus dem Vorwärmer ii, die wiederum directen Luftzuzug erhalten durch die Kanäle, welche, nach den gemachten Erfahrungen äußerst klein sein müssen, da sonst die Luft zu stark nach dem Feuer zieht und eine Abkühlung des Kessels bewirkt.

Die zu erwärmende Luft tritt nun wie gewöhnlich über dem Fußboden durch die Kanäle ff Fig. 616 in die Heizkammer und berührt den Kessel rings herum und außerdem zwischen den Cylindern a und c und geht so erhitzt aufwärts nach den warmen Luftkanälen lll Fig. 618.

Fig. 616.

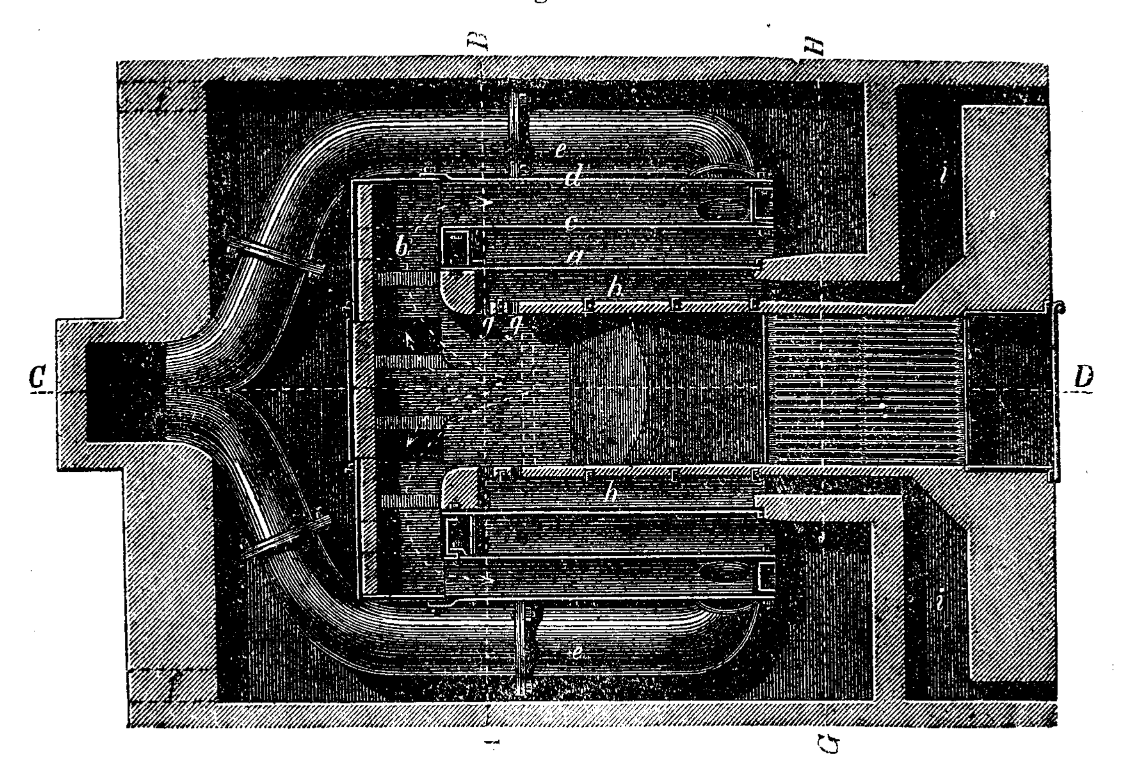
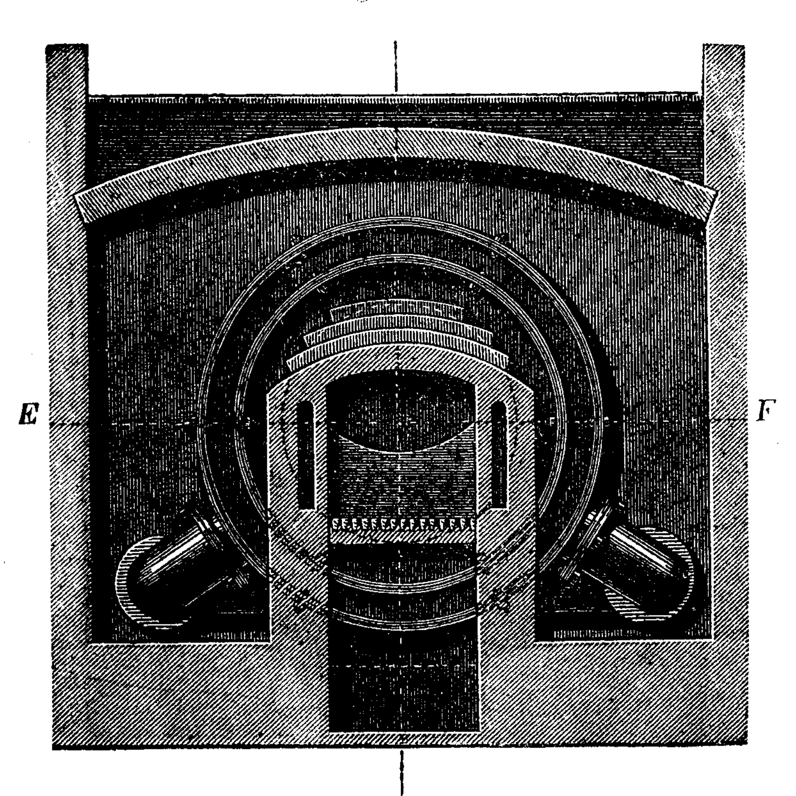


Fig. 617.



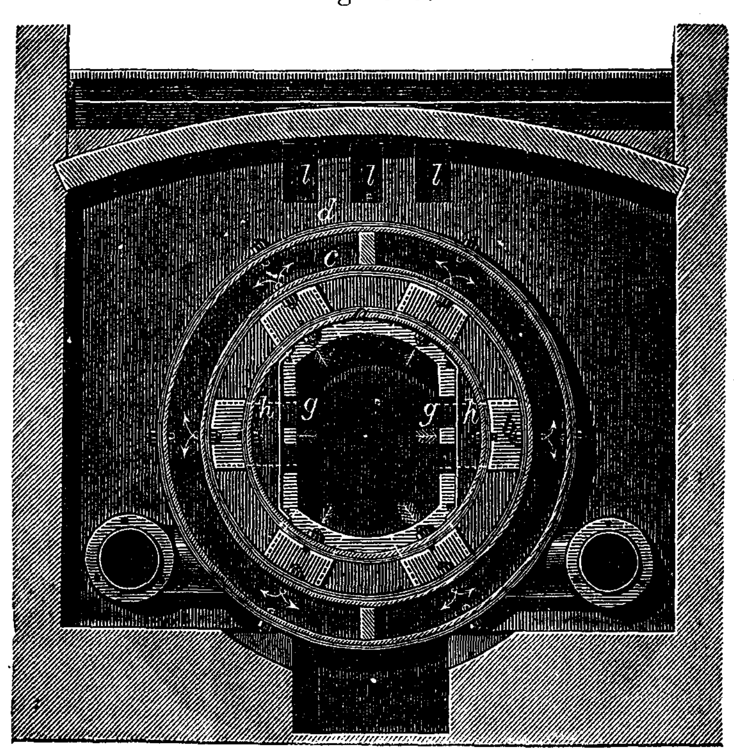
Der ganze Heizapparat hat deshalb eine schräge Lage erhalten, damit die warme Luft zwischen den Cylindern a und c schneller aufwärts steigen kann.

Die Berührungsfläche des Kessels mit der zu erwärmenden Luft der Heizkammer, also die eigentliche Heizfläche ergiebt sich aus folgender Berechnung, sobald der äußere Cylinder $1,9^{m}$ Durchmesser und ebensoviel Länge enthält:

Der äußere Cylinder . .	=	11,54 $\square^{m}$
der mitlere Cylinder nach Abzug der 6 Seitenzüge	=	8,56 „
die 6 Seitenzüge	=	1,08 „
der innere Cylinder . . .	=	5,91 „
der Boden des Kessels nach Abzug der 6 Luftöffnungen	=	2,46 „
der Ring an der Rostseite	=	1,08 „
die beiden Züge ee . . .	=	6,10 „
Ummauerung des Rostes .	=	2,75 „
	=	39,48 $\square^{m}$.

Die Heizfläche beträgt demnach $39^{1}/_{2}$ $\square^{m}$, rechnet man nun auf 1 $\square^{m}$ Heizfläche 90 Kbk.^{m} Luft, so ist dieser Apparat Räume von zusammen 3235 Kbk^{m} Inhalt zu heizen im Stande.

Fig. 618.



Es versteht sich von selbst, daß obiger Apparat auch zu viel kleinern Dimensionen ausgeführt werden kann.

Beim neuen Wallnertheater in Berlin ist dasselbe System mit

fünf Cylindern anstatt nur drei von Eisenblech zur Anwendung gekommen, was sich ebenfalls bewährt, da die Chamottausfütterung selbst das dünne Eisenblech vor dem Rothglühendwerden gänzlich schützt.

§. 78. Wasserheizung.

Man unterscheidet zunächst bei der Wasserheizung 3 Arten, diejenige mit sogenanntem Niederdruck oder Warmwasserheizung, die-

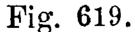
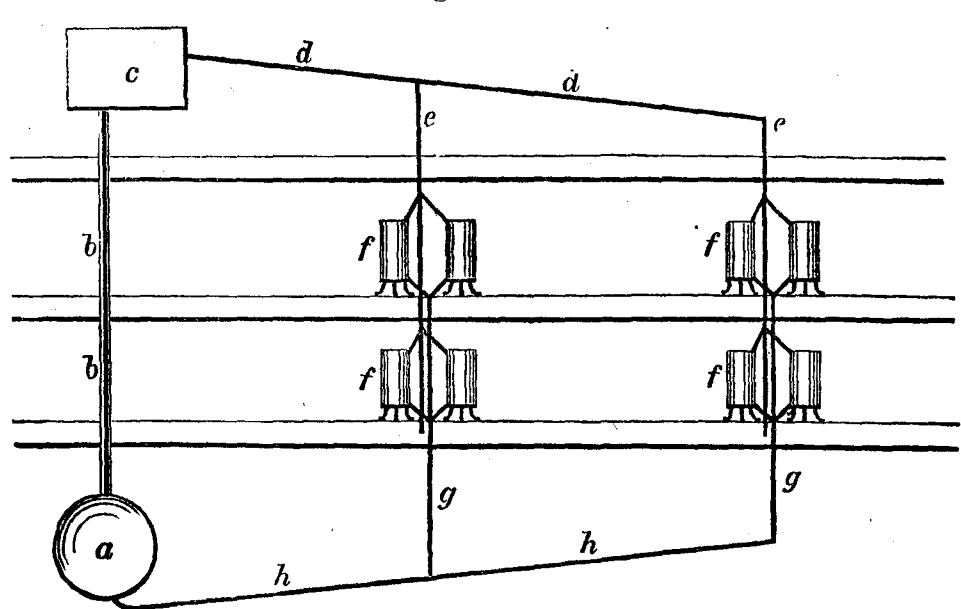


Fig. 619.



jenige mit Hochdruck oder Heißwasserheizung und endlich die sogenannte Mitteldruckheizung nach dem letztern System, aber mit weiteren Röhren und geringerer Spannung in denselben. Bei der ersten wird niemals der Siedepunkt des Wassers erreicht, bei der zweiten bedeutend überschritten, die Dampfbildung aber verhindert durch die Pressung in den Röhren, weil kein dampfbildender Raum freigelassen ist.

1) Warmwasserheizung.

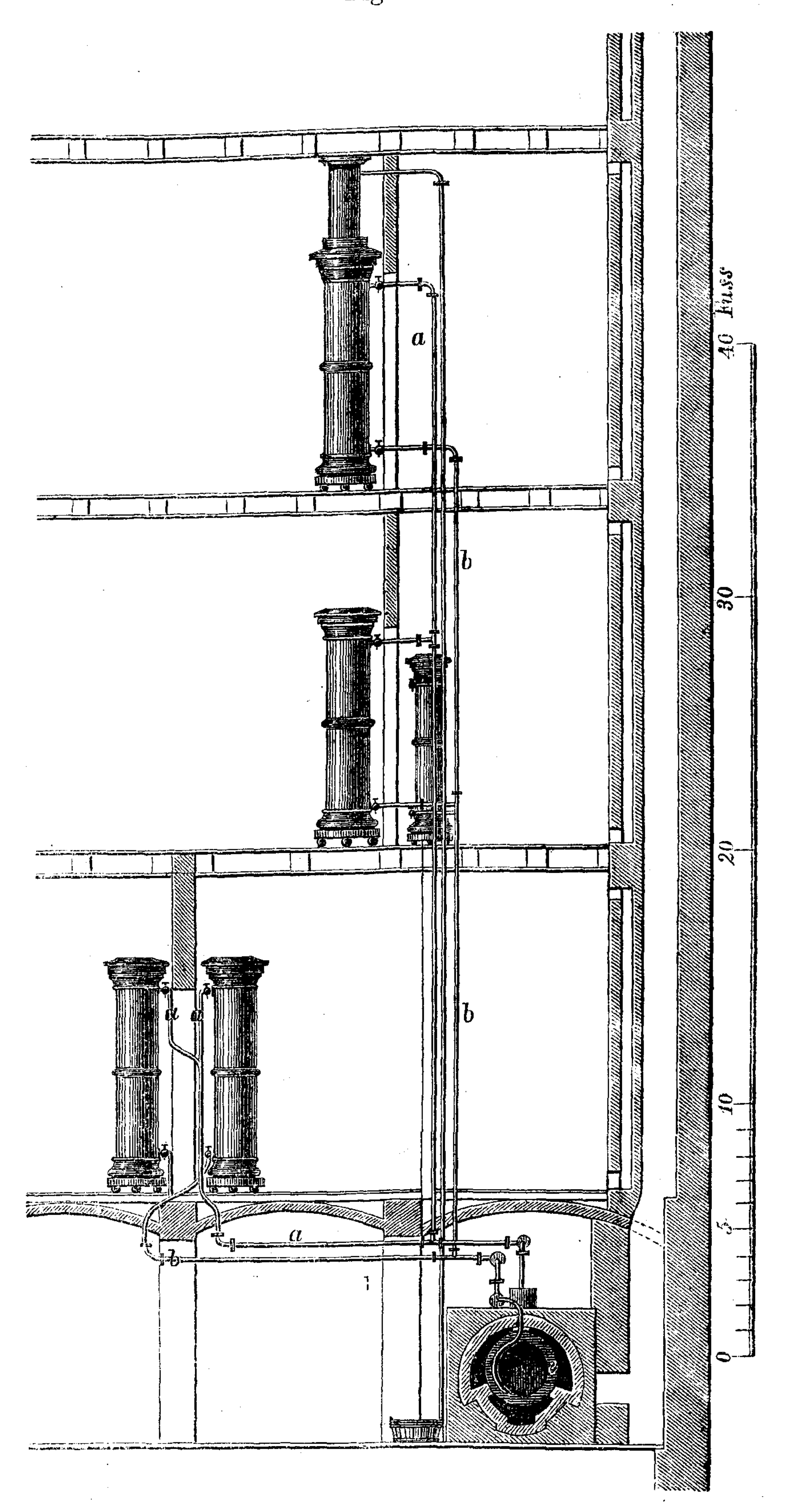
Dieselbe ist die beste bis jetzt bekannte Heizung in regelmäßig benutzten Räumen, falls sie mit einer Ventilationseinrichtung verbunden wird, da die letztere der Heizungsart selbst gänzlich mangelt. Zwar kostspielig bei der ersten Anlage, verlangt sie sehr wenig Brennmaterial zum regelmäßigen Betriebe.

Man rechnet auf 1 □^{m} Wärmfläche 25—30 Kbk^{m} zu erwärmenden Luftraum.

Das System der Röhrenleitung kann bei obiger Heizung verschieden sein.

a) Es entspringt aus dem höchsten Punkte des Kessels a Fig. 619 das Steigerohr b b, welches zu dem Expansionsgefäß c (für die Aus-

Fig. 620.



dehnung des Wassers bei der Erwärmung) führt, von da aus geht

ein Vertheilungsrohr d d mit möglichst großem Gefälle im Dachraum über alle die Punkte hinweg, unter denen Oefen stehen sollen, von d aus zweigen sich die senkrechten Speiseröhren e e, welche die Oefen f f füllen. Aus den Oefen geht das abgekühlte Wasser durch die Röhren g g nach dem Rückleitungsrohr h und durch dies in den tiefsten Punkt des Kessels a zurück. So geschieht die Circulation einfach dadurch, daß das Wasser in den Röhren e e und g g sowie in den Oefen f kälter, also schwerer ist, als das jenig in b. Es folgt daraus, daß die Röhren bei Wasserheizungen möglichst viel senkrecht oder

Fig. 621.

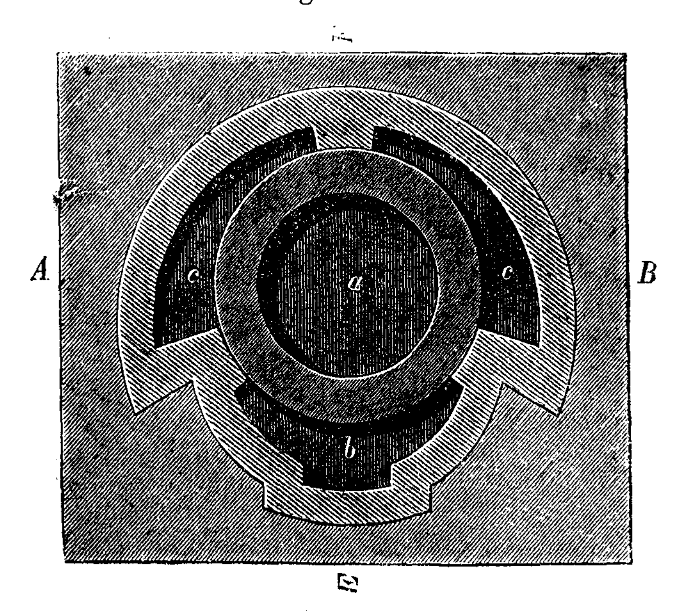
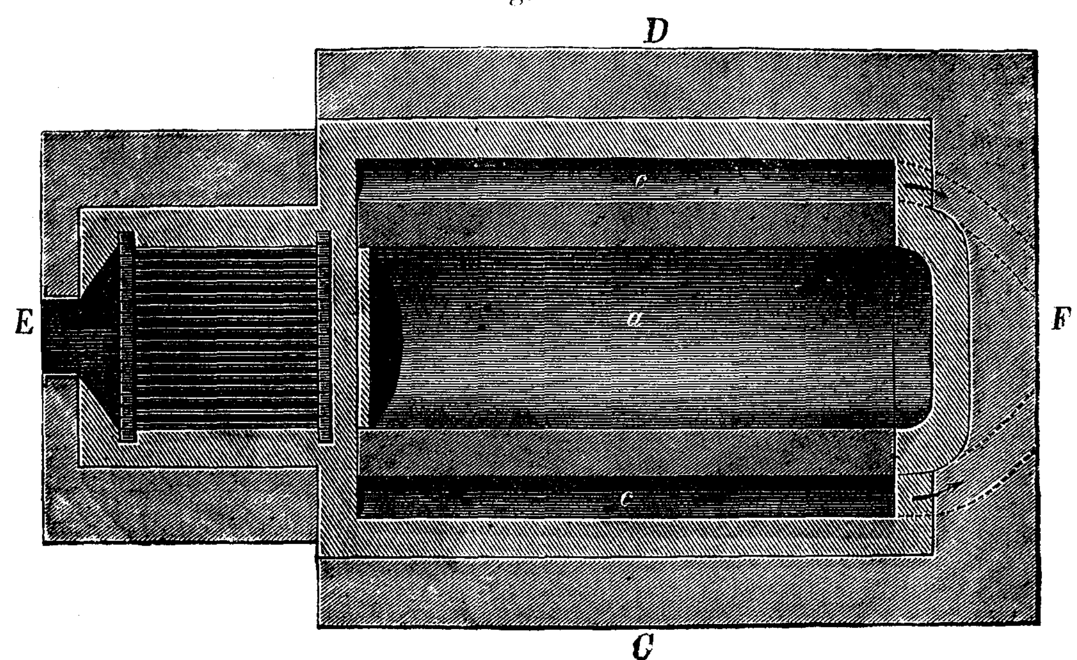
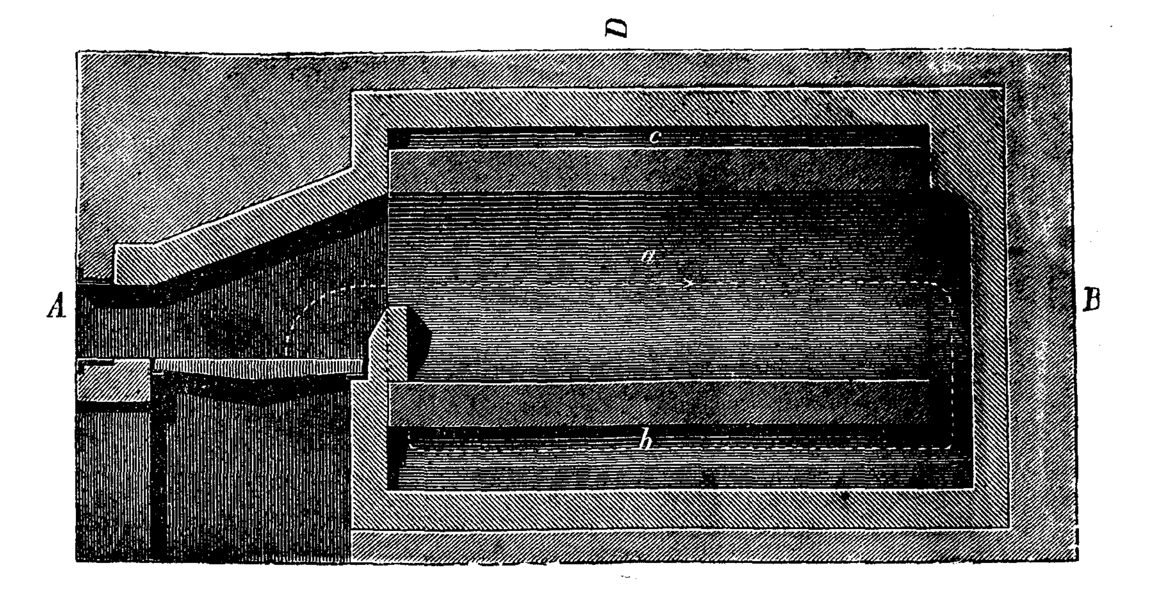


Fig. 622.



mit viel Gefälle gelegt werden müssen, und daß horizontale Röhren zur Circulation gar nichts taugen.

Fig. 623.



b) Um die starke Abkühlung im Dachraume zu vermeiden, ordnet man auch, wie im nachfolgenden Beispiele gezeigt ist, für jede Ofengruppe besondere Steigeröhren an, wobei sich die Expansionsgefäße in Aufsätzen auf den Oefen befinden. In Fig 621 ist ein derartiges System dargestellt; die Röhren aaa sind Zuleitungs-, die Röhren bbb Rückleitungsröhren, c ist ein Ueberlaufsrohr zur Regulirung der Wassermenge im Expansionsgefäße d. Jeder Ofen ist durch zwei Hähne absperrbar. Die Einmauerung des Kessels e ist in Fig. 621—623 (a erster Zug, b zweiter Zug, c dritter Zug) im Grundriß, Quer- und Längenschnitt deutlich zu ersehen.

2) Die Perkins'sche oder Heißwasserheizung.

Das Wasser wird bei der Perkins'schen Heizung weit über den Siedepunkt ohne Expansionsraum erhitzt und übt in Folge dessen eine ungeheure Pressung auf die Röhren aus. Um die Gefahr von Explosionen möglichst zu beseitigen, bestehen die Röhren aus lauter $2^1/_2{}^{zm}$ starken schmiedeeisernen, auf den Druck von ca. 80 Atmosphären probirten Röhren. Da die Wassermenge bei diesem Systeme sehr gering ist, so kühlt dieselbe schnell ab, sobald mit der Feuerung aufgehört wird. Das System giebt aber auf der andern Seite wiederum sehr schnelle Hitze. Ein Kessel wird hierbei nicht besonders angelegt, sondern es wird das Wasser direct in den mehrfach hin und

her geführten Röhren, sogenannten Schlangen, erhitzt. Auf 1 □^{m} Wärmefläche im zu heizenden Raume kann man 180—200 Kbk.^{m} Luft rechnen.

§. 79. Dampfheizung.

Dieselbe ist mit Vortheil nur da einzurichten, wo überflüssiger Dampf aus Fabrikkesselanlagen vorhanden ist. In Wohnhäusern ist sie unpraktisch, kostspielig und gefahrvoll. Die Heizröhren sind entweder aus Gußeisen 1^{zm} stark, oder aus verzinntem Eisenblech, und müssen stets so geführt werden, daß das Kondensationswasser fort und nicht zum Kessel zurückgeleitet wird. Auf 1 □^{m} Wärmefläche rechnet man 45—62 Kbk.^{m} Raum.

§. 80. Anlage von Räucherkammern.

Sie sind, auf dem Lande besonders, ein unerläßliches Bedürfniß der Haushaltung.

Nach preußischem Gesetz dürfen dieselben nur so angelegt werden, daß sie von vier massiven Mauern umgeben, oberhalb mit einem Gewölbe geschlossen sind. Die Thür dazu soll auf der innern Seite außerdem mit Eisenblech beschlagen, und die Tragestangen sollen nicht von Holz, sondern von Eisen sein. Der Fußboden muß gepflastert werden.

In den Ostseeprovinzen macht man mit den Räucherkammern wenig Umstände; man schlägt sie von Brettern zusammen, oder umgiebt sie höchstens mit gelehmten Fachwänden, windelt die Decke und macht etwa den Fußboden aus einem Lehmschlage. Nichtsdestoweniger ist kein Beispiel vorhanden, daß gerade durch die Räucherkammern Feuer entstanden wäre. Man hat dabei den großen Vortheil, daß man sie auf jeder Stelle des Dachbodens anlegen kann, ohne sie von unten auf zu fundamentiren und ohne daß sie viel Geld kosten.

Wollte man diese Anlage dahin verbessern, daß sie hinlänglich feuersicher wäre, so könnte man in folgender Art verfahren:

Die vier Wände werden aus gelehmtem Fachwerk gemacht. Das Kehlgebälk wird gewindelt. Der Fußboden wird ein 8^{zm} dicker Lehmestrich. Damit die Holzwände nicht an den Schornstein anstoßen (woran die Rauchkammer immer liegen muß), wird an beiden Seiten des Schornsteins ein kleines Mauerstück, ein Stein lang, einen halben Stein stark, zwischen den Wänden und dem Schornstein angelegt, welches vom Fußboden bis zur Decke reicht. Die Thür kann innerhalb mit Eisenblech beschlagen sein. Die Tragestangen können eiserne sein.

Damit nun endlich das Stiel- und Riegelwerk, sowie die Unterfläche der Kehlbalken, welche frei zu Tage liegen, nicht Feuer fangen können, verfahre man wie folgt: Man beschlage die Wände und Decken auf der innern Seite mit schwalbenschwanzförmigen Leisten, wie sie später angegeben sind, putze dann Wände und Decken mit Lehm so dick, wie er nur halten will, mindestens aber 3 zm dick vor den Leisten vorstehend, so wird eine solche Räucherkammer genügend feuersicher sein, ohne daß sie massiv ist.

Zur Herstellung einer zweckmäßigen Räucherkammer gehört noch Folgendes:

Es ist bekannt, daß nur an sich schon abgekühlter Rauch gut räuchert. Deshalb kann man nur den Rauch aus weiten Küchenschornsteinen, niemals aber aus engen Schornsteinen in die Räucherkammern einströmen lassen, denn bei heißem Rauch tropft das Fett aus und das Rauchfleisch verdirbt.

Ferner muß auf dem Räucherboden stets kalter Luftzug gemacht werden können, wann man will. Zu diesem Zweck mache man in der einen Wand unterhalb ein Loch etwa 26 zm im Quadrat, welches durch eine kleine Luke, die inwendig mit Eisenblech beschlagen ist, geschlossen wird.

Eine eben solche Oeffnung mache man in die Decke, und führe über die Decke fort ein eisernes Rohr von gleicher Weite in den Schornstein hinein. Die Oeffnung in der Decke muß einen eisernen Schieber oder eine eiserne Thür haben.

Will man nun scharfen Luftzug auf dem Boden machen, so öffnet man die Thür des Loches unten an der Wand und den Schieber in der Decke.

Die Luft wird dann durch die Kammer nach dem Schornstein dringen. Es ist aber hinlänglich bekannt, daß scharfer Luftzug viel zur Conservirung des Fleisches beiträgt, und man wird auf diese Art ein vorzüglich geräuchertes Fleisch gewinnen.

Es ist hierbei noch zu erinnern, daß die Oeffnung hinten in der Wand und die Oeffnung in der Decke nicht an ein und derselben Seite, sondern einander entgegenstehend angelegt werden müssen, weil sonst der Luftzug nicht durch die ganze Kammer streichen würde.

Achte Abtheilung.

Die Eindeckung der Dächer in Ziegel und Schiefer.

---

§. 81. Allgemeines.

Die Anforderungen, welche man an ein gutes Dach zu machen berechtigt ist, sind: möglichst vollkommene Dichtigkeit, damit kein Regen eindringen kann, guter Abfluß des Regenwassers, Festigkeit gegen Sturm 2c. und die Feuersicherheit von außen und innen.

Die Ziegeldächer, welche der Maurer und Ziegeldecker einzudecken haben, werden zu den feuersichern Dächern gerechnet und zwar deshalb, weil das Deckmaterial (die Ziegel) nicht wie das der Holz- und Strohdächer brennt, also auch durch Flugfeuer nicht entzündet werden kann. Starkem innern Feuer oder der großen Hitze eines, in der Nähe brennenden Gebäudes widerstehen sie nicht, sondern es zerspringen dann entweder die Ziegel, oder die Nasen der Dachsteine springen ab, worauf diese herunterfallen und den innern Dachraum blos legen; außerdem können die glühenden, von starkem Winde fortgetriebenen Dachsteine mancherlei Schaden anrichten. Doch sind diese Nachtheile verhältnißmäßig unbedeutend, denn findet ein Brand im Innern des Gebäudes statt, so ist es ziemlich gleichgültig, ob die Dachsteine zerspringen oder ob sie beim Einstürzen des Dachgespärres zerschlagen werden. Brennen aber die Nachbargebäude, so schützt man nöthigenfalls blos die angrenzenden Gebäudetheile und Dächer durch Spritzen vor dem Glühendwerden der Dachsteine und somit würde die Gefahr beseitigt. Oefter ist dadurch großes Brandunglück eingetreten, daß krumme Ziegel und offene klaffende Fugen den herumfliegenden Funken und Feuerbränden Gelegenheit gaben, in das Innere der Dachräume zu gelangen; daran ist aber nicht das Ziegelmaterial Schuld, sondern die nachlässige oder ungeschickte Behandlung desselben, sowohl bei Herstellung der Dachsteine, wie auch beim Eindecken derselben.

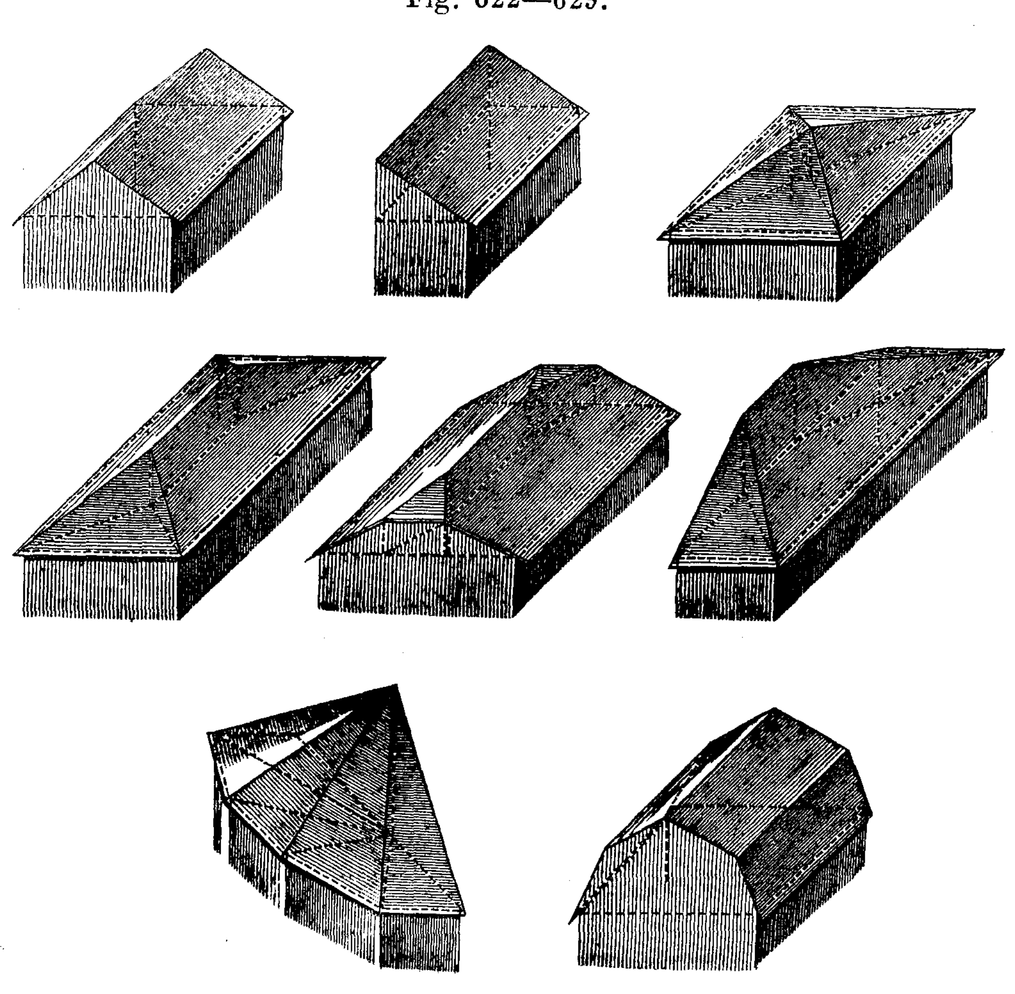
Die Formen, welche man dem Material zum Decken der Dächer giebt, sind sehr verschieden und ihnen entsprechend die Benennungen

„Plattziegel, (Biberschwanz, Flomstein), Dachpfannen, Hohlsteine (Holstern) ꝛc.“ Je nach Art des Eindeckungsmaterials müssen alle Dächer eine bestimmte Neigung erhalten. Werden die Ziegeldächer nur leicht eingedeckt, so müssen sie mindestens die halbe Tiefe des Gebäudes zur senkrechten Höhe des Daches erhalten.

In der äußeren Form der Dächer unterscheidet man:

1. Satteldächer Fig. 622.
2. Pultdächer Fig. 623.
3. Ganze Zeltdächer Fig. 624.
4. Walmdächer Fig. 625.
5. Halbe Walmdächer Fig. 626.
6. Pult Walmdächer Fig. 627.
7. Halbe Zeltdächer Fig. 628.
8. Mansardendächer Fig. 629.
9. Bohlendächer, und
10. Kuppeldächer.

Fig. 622—629.



Den Walmen giebt man gewöhnlich dieselbe Neigung, wie dem Hauptdach, und hat bei Anordnung der Schornsteine stets darauf zu achten, daß in einen solchen Grat niemals ein Schornstein trifft, weil dadurch die Festigkeit des Dachverbandes beeinträchtigt wird. Sind die Giebelmauern bis etwa zur Hälfte ihrer Höhe senkrecht aufgeführt, und dann die vier Dachflächen gegen einander geneigt, so heißt das Dach ein halbes Walmdach, sind diese Walmen noch kleiner, so nennt man sie auch abgehackte Walme. Vereinigen sich die Walme in einer Spitze, statt in einer Firstlinie, so nennt man das Dach ein Zeltdach (Thurmdächer). Die Grate der Dächer werden wie der First behandelt, aber immer ist es gut, Walme möglichst zu vermeiden, weil dabei Dachfenster anstatt der Giebelfenster zur Beleuchtung des Bodens und dadurch Kehlen nöthig werden, welche bei nicht sehr sorgsamer Deckung leicht Undichtigkeiten verursachen.

Dächer bei Flügelgebäuden von gleicher Tiefe und Höhe werden Dächer mit einer Wiederkehr genannt und hierbei kommen Grat- und Kehllinien vor.

Was die Höhe eines Daches für Eindeckung mit Ziegeln anlangt, so ist es bei sorgfältiger Eindeckung und gutem Material hinlänglich, wenn man zur senkrechten Höhe des Daches ein Viertheil der Breite des Hauses nimmt; häufig nimmt man die halbe Breite zur Höhe, wobei das Dach im Querdurchschnitt ein rechtwinklig gleichschenkliges Dreieck bildet und Winkeldach genannt wird.

Um die Dachziegel besser gegen die Witterung zu schützen, hat man sie häufig (besonders in Holland) glasirt. Ist die Glasur gut, so können dergleichen Dächer mit $^1/_5$ der Tiefe des Gebäudes zur senkrechten Höhe des Daches, eingedeckt werden. Die glasirten Steine sehen sehr gut aus, kosten aber ungefähr noch einmal so viel als die unglasirten, und werden deshalb selten verwendet; dagegen kommt es bisweilen vor, daß man die heißen, aus dem Ziegelofen kommenden Dachsteine mit Steinkohlentheer bestreicht, und so ihre Dauer verlängert.

Die Ziegeldächer werden auf zweierlei Arten eingedeckt. Die gewöhnliche Weise ist, daß man die Dachsteine mit ihren Nasen blos auf die Lattten hängt, hierauf die untersten und obersten Schichten von außen und dann alle Schichten von innen mit Kalkmörtel verstreicht. Besser ist es, wenn man gleich von vorn herein die Ziegel mit einer Mörtelfuge an den Stößen aneinanderreiht und dem Mörtel für 1000 Dachsteine etwa $1^1/_2{}^k$ Kälberhaare zusetzt, wodurch

er nicht so leicht abfällt, wenn das Dach durch starke Winde erschüttert wird oder wenn Frost oder Nässe einwirken. Noch besser ist es indeß, wenn die Dachsteine, wie man es nennt, böhmisch eingedeckt, das heißt förmlich in Kalk eingemauert werden, so daß die Stoßfugen in Kalk liegen und die Steine auf den Stellen, wo sie einander überdecken, ebenfalls in Kalk gelegt werden. Die Steine werden dann mit großer Sorgfalt ausgesucht, die unteren Kanten bisweilen an einander abgerieben, so daß die Fugen ganz dicht werden. Die zwischen zwei Steinen enthaltene Kalkfuge nennt man den Breitenstrich, und wenn auch das andere Ende eines jeden Steines in Kalk gelegt wird, Längenstrich.

Hierzu bedient sich der Ziegeldecker einer schmalen Kelle. Der Mörtel wird so fest wie zum Ausfugen genommen.

Die böhmische Dachdeckung ist der gewöhnlichen Art bei weitem vorzuziehen, und wenn die Auslage für Kalk und Arbeit auch etwas bedeutender ist, so wird diese durch die viel längere Dauer und größere Dichtigkeit reichlich aufgewogen.

Die Dauer eines Ziegeldaches ist besonders abhängig von der Güte des Deckmaterials, von der Art und Güte der Eindeckung und von der Neigung der Dachfläche. Bei gewöhnlichem Material und gewöhnlicher Arbeit rechnet man, daß das Dach, außer den gewöhnlichen Reparaturen, alle 50—60 Jahre einmal umgedeckt werden muß. Jedoch sieht man an den alten Kirchen, wo die Dächer sehr steil und das Material sehr gut und stark war, daß die Dächer 200 Jahre und länger gelegen haben, ohne einer vollständigen Umdeckung zu bedürfen; besonders gilt diese lange Dauer für glasirte Ziegeldächer. Da wir aber unsere Dächer flacher eindecken und das Material in der Regel nicht besonders ist, so können wir höchstens auf eine Dauer rechnen, wie sie oben angegeben ist. Die Entfernung der Dachsparren, von Mitte zu Mitte oder von Außenkante zu Außenkante gerechnet, darf $1—1^1/_4{}^m$ nicht übersteigen. Quer über die Sparren werden die aus Sägeblöcken geschnittenen, rechtwinkligen Dachlatten mit eisernen Nägeln (Lattnägeln) auf jedem Sparren einmal genagelt. Wo man zwei Latten zusammenstoßen muß, geschieht der Stoß immer auf der Mitte des Sparrens, so daß jede Latte einen Nagel erhält.

Es ist wegen der Eindeckung nothwendig, daß die oberste Latte so nahe wie möglich an der First des Daches angenagelt werde, gewöhnlich 5^{zm} von der First abwärts, damit die Hohlsteine, welche man zur Eindeckung der First verwendet, so viel wie möglich überdecken. Eben-

so pflegt man die untersten Steine so zu legen, daß sie 13 zm mit ihrer untern Kante über das Dachgesims überreichen.

Das Einlatten wird zuweilen vom Maurer oder Dachdecker, zuweilen vom Zimmermann besorgt, wie man es abmacht.

Es giebt zweierlei Arten von Latten, schwache und starke, die schwachen sind 4 zm hoch, 6 zm breit; die starken 4 zm hoch und 8 zm breit.

Die Latten werden mit ihren breiten Seiten nach oben aufgenagelt. Der starken Latten bedient man sich nur bei schwereren Dächern, oder wenn die Entfernung der Sparren groß ist. Man muß bei einem nach zwei Seiten geneigten Dache immer beide Seiten zugleich eindecken, um durch gleichmäßige Belastung immer das Gleichgewicht zu erhalten.

Soll ein Ziegeldach dauerhaft werden, so muß jeder Dachstein den andern mindestens um 8 zm besser aber mindestens um 10 zm weit überdecken, weil sonst, besonders bei flacherer Eindeckung, der Sturm den Regen und den Schnee unter der Ueberdeckung hinauftreibt, wenn dieselbe nicht hinlänglich breit gewesen ist. Auch liegen die Steine gegen den Sturm ungleich fester, je mehr sie einander überdecken. Neue Dachsteine ziehen, wenn sie den ersten Winter liegen, eine Menge Feuchtigkeit an, und lassen dieselbe durch ihre feinen Poren durchträufeln, späterhin, wenn sie sich, wie die Maurer es nennen, vollgesogen haben, ist dies nicht mehr der Fall, dann halten sie dicht gegen den Regen. Gegen Schneetreiben aber halten sie nur dann dicht, wenn sie böhmisch in Kalk gelegt werden. Je ebener die Dachfläche ist, d. h. je weniger Unterbrechungen durch Schornsteine, Dachfenster, Dachkehlen, Dachluken 2c. in einem Dache vorkommen, desto dichter kann es eingedeckt werden, und desto länger widersteht es dem Wetter.

Man hat also sehr darauf zu sehen, daß bei Ziegeldächern sich diese Gegenstände nicht zu sehr häufen, weil sie ungeachtet alljähriger Reparaturen, welche sie verursachen, doch nicht dicht zu bekommen sind, wenn man nicht nebenbei viel Metalleindeckung verwendet, welche aber selbstverständlich kostbar wird.

Die Eindeckung wird unter allen Umständen mit der untersten Lattenreihe angefangen, und zwar in der Mitte derselben, und man deckt dann nach beiden Enden zu.

§. 82. Eindeckung mit Biberschwänzen.

Die gewöhnlichsten Steine sind die Biberschwänze (Plattsteine, Flomsteine, Breitziegel, Ochsenzungen, Ochsenmäuler, Flachwerksziegel,

Taschenziegel). Sie sind 36 zm lang, 15 zm breit, 1,5—2 zm stark. Sie sind (wie alle Dachsteine) an ihrem oberen Ende mit einer sogenannten Nase versehen, womit sie auf die Dachlatten aufgehängt werden. Um gute Biberschwänze zu erhalten, müssen dieselben nach dem Trocknen gepreßt werden, wodurch sie dichter und gleichzeitig dünner werden. Vergl. §. 9.

Es giebt dreierlei Arten von Eindeckungen mit Biberschwänzen:

1) das einfache oder Spließdach;
2) das Kronen- oder Ritterdach;
3) das Doppeldach.

Diese drei Arten können entweder auf gewöhnliche Weise oder auch böhmisch eingedeckt werden, welches immer das beste ist.

Wir wollen hier ein für allemal bemerken, daß, wo zwei Dachflächen aneinanderstoßen und eine scharfe Kante bilden, wie es bei den Firsten und sogenannten Walmgarten der Fall ist, die Eindeckung dieser scharfen Kanten allemal mit sogenannten Hohlsteinen geschieht.

Die Hohlsteine haben die Gestalt eines hohlen, halben, abgekürzten Kegels, und erhalten oberhalb an der breiteren Krümmung eine Nase, womit sie in dem Falle an die Latten gehängt werden, wenn man das ganze Dach damit eindeckt. Deckt man aber nur Firsten und Grate damit, so sind die Nasen nach oben gekehrt, und die Hohlsteine werden quer über die First 2c. so gelegt, daß sie die zunächst liegenden Dachsteinschichten überdecken.

Ein Hohlziegel ist 47 zm lang und wiegt $3^1/_2$—$4^1/_2$ k man rechnet auf jeden laufenden $^1/_3$ m ein Stück, so daß sie sich also um 15 zm oder ein Drittheil ihrer Länge überdecken. Wo sie auf einen Sparren treffen, werden sie mit eisernen Nägeln festgenagelt. Es ist gut, wenn die Löcher dazu gleich auf der Ziegelei in die weiche Masse des Steines eingebohrt werden, da sie im gebrannten Zustande leicht abspringen, wenn man alsdann erst die erforderlichen Löcher einbohrt, weshalb auch das Aufnageln der Hohlsteine, meistentheils zum Schaden der Festigkeit unterbleibt. Auf den Firsten und Graden muß man die Hohlziegel in vollen Kalk legen, und an den Kanten so dicht als möglich verstreichen, so daß kein Regen- oder Schneewasser durchdringen kann. Bei steilen Graten werden die Hohlsteine mit eisernen Nägeln an die Gratsparren befestigt; bei weniger steilen Graten ist es aber hinlänglich, immer nur den dritten Hohlziegel festzunageln, weil die zwischenliegenden schon durch die Kalkausfüllung und dadurch, daß sie auf die andere Seite geschoben sind, festgehalten werden.

1) Das einfache oder sogenannte Spließdach wird in folgender Weise eingedeckt.

Die Latten werden 18 zm höchstens 21 zm weit von Unterkante zu Unterkante aufgenagelt. Bei 36 zm Länge der Biberschwänze überdecken sie sich also bei 18 zm Lattung um die Hälfte, bei 21 zm etwas weniger als um die Hälfte. Die Steine werden dabei entweder nach Fig. 631 im Verbande gelegt, oder nach Fig. 630 so, daß die Fugen aufeinander folgen. Fig. 633 zeigt den Durchschnitt einer solchen Dachfläche.

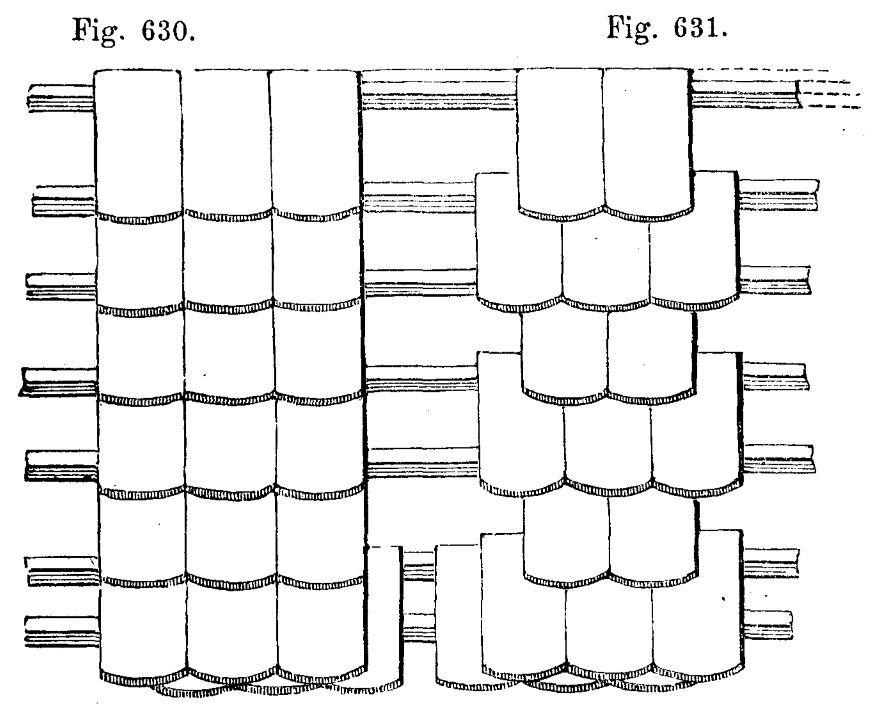


Fig. 630. Fig. 631.

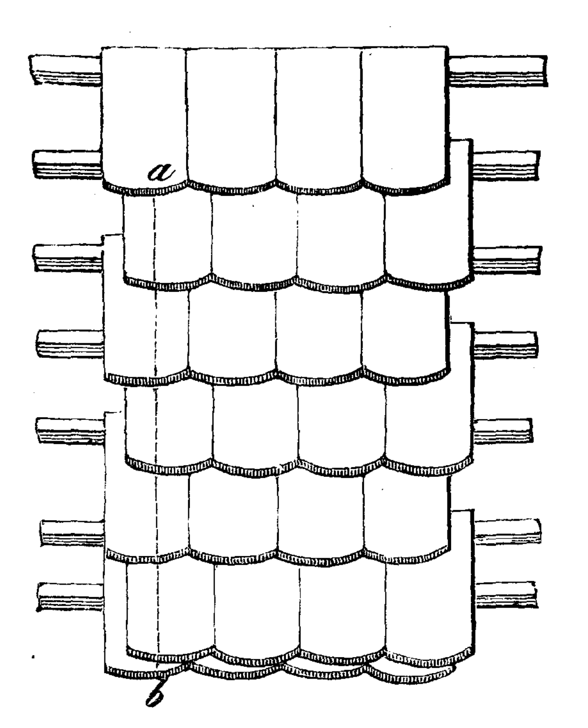
Fig. 631 zeigt die bessere und gewöhnliche Art der Eindeckung. Die Steine liegen dabei vollständig im Verbande, nämlich so, daß die Mitte jedes nächstoberen Steines auf die Fuge der nächstunteren Schicht kommt. Es entsteht aber hieraus auch ein Uebelstand: Das herunterfließende Wasser sammelt sich allemal zu Tropfen, an dem untersten Punkte der Abrundung der Dachsteine, und fließt also jedesmal die darunter befindliche Fuge entlang, wodurch diese Fugen ausgewaschen und die Dächer leichter unterdicht werden. Man thut also besser, die Steine so im Verbande zu legen, wie in Fig. 632 gezeigt ist, daß sie nämlich etwas aus der Mitte rücken, damit das Wasser, welches nach der punktirten Linie ab laufen wird, die Fugen nicht ausspülen kann. Allerdings steht diese letztere Eindeckungsart unangenehm aus.

Die Fugen der Dachsteine werden dabei mit sogenannten Splie-

ßen (Dachspänen) 8zm breit, 1—1,3zm dick, von Eichen- oder fettem Kiefernholz, unterhalb der Steine gedeckt. Von diesen Spließen hat das Dach seinen Namen.

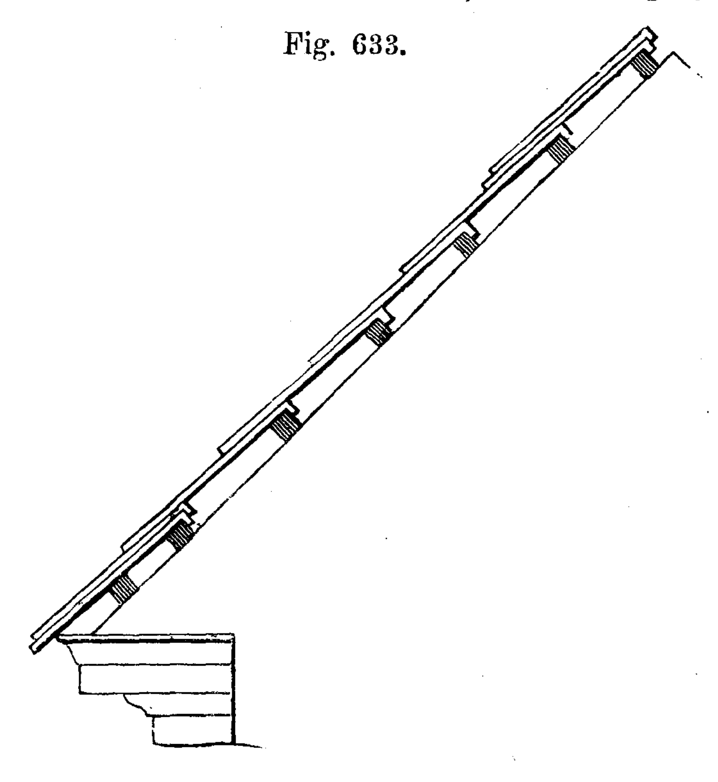
Es kommt viel darauf an, daß diese Spließen nicht verfaulen, wenn das Dach dicht bleiben soll. Deßhalb hat man sie früher längere Zeit in Mistpfützen gelegt und ausgelaugt, dann getrocknet und aufgelegt.

Fig. 632.



Ein besseres, kürzeres und einfacheres Verfahren ist folgendes: man löse in einem von Brettern dicht zusammengeschlagenen Kasten Cypervitriol (blauen Kupfervitriol) in Wasser auf, und zwar so, daß man auf 1 K Vitriol 36 Liter weiches Wasser nimmt. In diese Lauge lege man die Spließen, so daß sie überall naß sind, während 24—28 Stunden, und lasse sie dann an einem schattigen Orte trocknen, ehe man sie auflegt. Oder man tränke sie mit Steinkohlen- oder Holztheer, oder

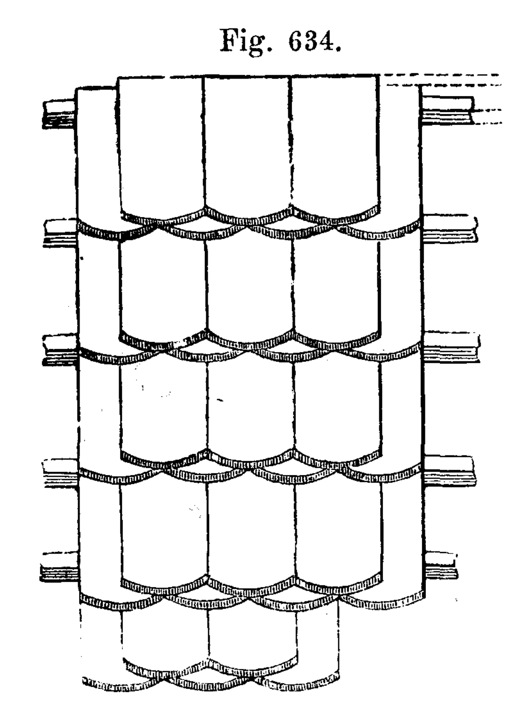
Fig. 633.



einer Kreosot- oder Wasserglaslösung. Beiläufig gesagt kann dies Verfahren auch bei großen Bauhölzern angewendet werden, um sie gegen das Verfaulen zu schützen (wie dies namentlich bei Eisenbahnschwellen geschieht). Nur muß man dann auf jeden Zentimeter Stärke des Bauholzes 8 Stunden Zeit rechnen oder die Hölzer einem starken Drucke aussetzen.

Die Spließen müssen möglichst gerade sein und eine ebene Fläche haben.

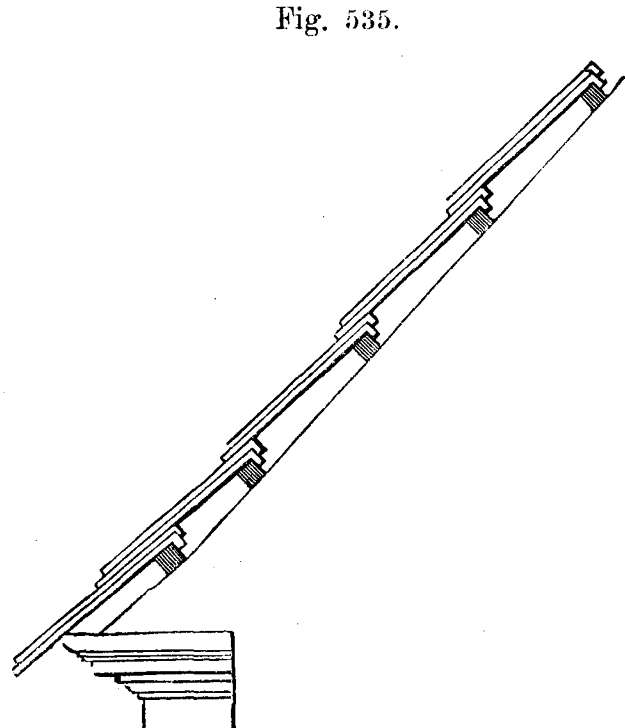
Fig. 634.



Gerade Seitenflächen der Dachsteine, so daß sie eng aneinanderschließen, sind besonders erforderlich, sonst müssen sie zusammengerieben werden. Deckt man das Dach böhmisch, so werden alle Steine in Kalk gelegt.

Auf der obersten und untersten Latte werden die Steine doppelt gelegt, wie aus der Zeichnung Fig. 630—633 ersichtlich, so daß sie im Verbande zu liegen kommen und die obersten Steine die untersten Fugen decken. Im Allgemeinen ist entschieden abzurathen, derartige Spließdächer überhaupt auszuführen!

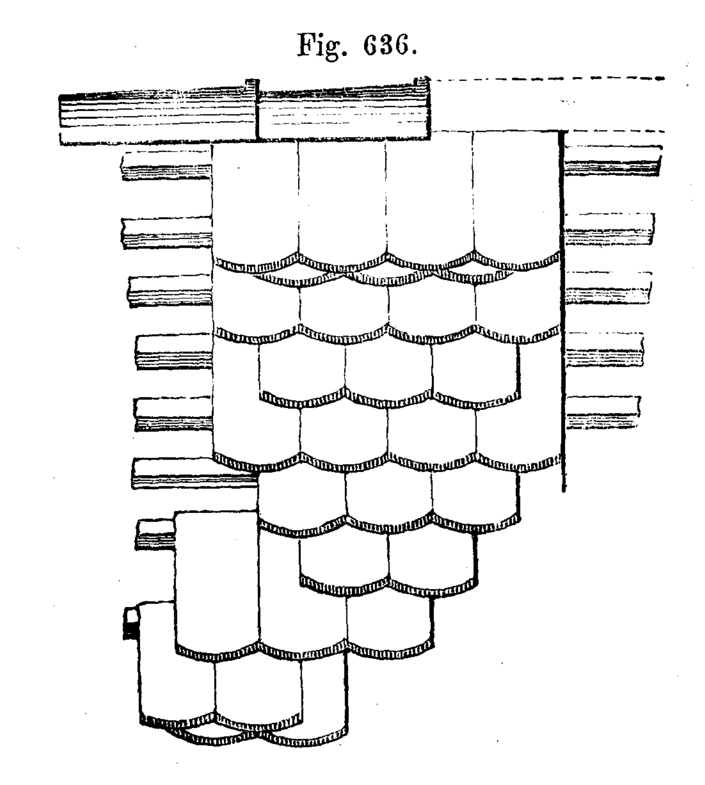
Fig. 535.



2) Das **Kronen-** oder **Ritterdach**, auch schwedisches Dach, Fig. 634 und 635, unterscheidet sich von dem Spließdache dadurch, daß die Latten 26 ^zm^ von Unterkante zu Unterkante genagelt, und die Dachsteine in doppelten Reihen aufgehängt werden, wie der Durchschnitt Fig. 635 zeigt. Die Spließen fallen weg, und die 39 ^zm^ langen Dachsteine überdecken sich ganz.

3) Das Doppeldach Fig. 636 und 637. Es unterscheidet sich von vorigen Dächern dadurch, daß bei der doppelten Eindeckung die Latten um 5zm weniger als die halbe Länge eines Dachsteines, also etwa 14 (höchstens 15zm) weit von Unterkante zu Unterkante genagelt werden. Auf die unterste und oberste Reihe kommt, wie bei dem Spließdache, eine doppelte Schicht Steine, auf die andern Latten werden einzelne Schichten gelegt. Jeder Dachstein überdeckt dabei den dritten untern noch um 10zm, und die Steine liegen unter sich im Verbande. Die Spließen fallen hierbei ebenfalls weg, jedoch müssen die Dachsteine (wenn man sie nicht böhmisch eingedeckt hat) gut verstrichen werden, wenn das Dach gehörig dicht sein soll.

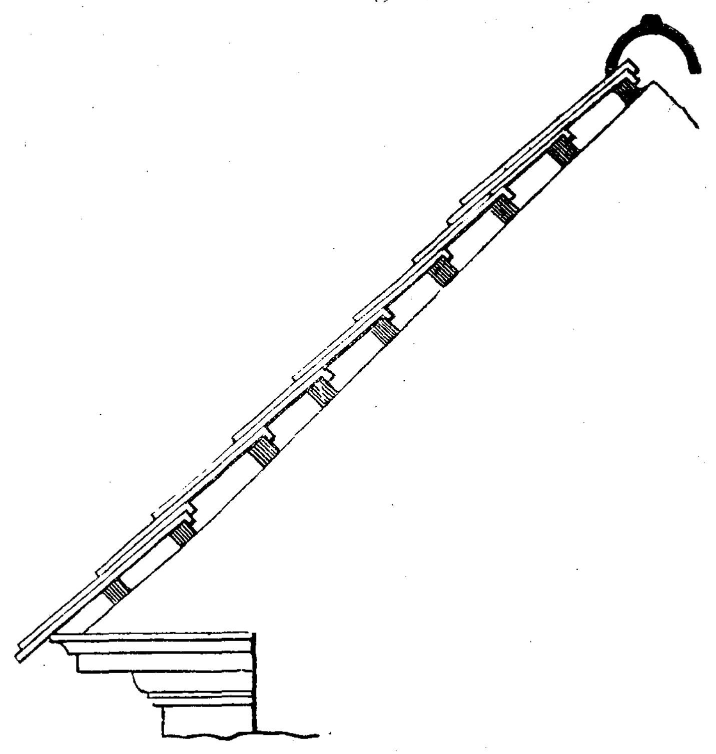
Fig. 636.



Betrachten wir diese drei Arten der Dachdeckung, so ergiebt sich, daß das einfache Dach zwar das leichteste und wohlfeilste ist, weil es die wenigsten Steine erfordert; es ist aber auch das am wenigsten dichte, und man kann kaum durch eine steile Neigung und durch böhmische Eindeckung gut erhalten werden. Deshalb wird es höchstens nur zu untergeordneten Gebäuden verwendet. Das Kronendach ist das sicherste und beste von allen, auch am bequemsten bei Reparaturen zu behandeln, da die Latten hierbei am weitesten von einander liegen. Es ist aber schwerer und theurer als das Spließdach. Das Doppeldach enthält gleichviel Steine wie das Kronendach, aber außerdem erfordert es mehr Latten und Lattnägel, weil es enger gelattet wird. Ueberdies lassen sich die Dächer wegen der engen Lattung nur schwer repariren und sind theurer als das Kronendach, weil sie mehr Latten und Nägel erfordern. Aus allen diesen Gründen werden die Doppeldächer fast gar nicht mehr, dagegen aber immer **Kronendächer** angefertigt.

Sehr zu empfehlen ist es, die Dachziegel vor der Eindeckung zu

Fig. 637.



sortiren, und die besten auf die Wetterseite, die minder guten aber auf die Mittagsseite zu legen. Ueberhaupt sollte man nur gute und fehlerfreie Dachziegel gebrauchen.

Hätte man nach krummen Linien gebildete Sparren (wie bei den Bohlendächern), so würde ein Kronendach ebenfalls bessere Dienste thun, als ein Doppeldach, weil vermöge der weiteren Lattung die Dachsteine des Kronendaches weniger klaffen werden, als bei dem Doppeldache.

§. 83. Eindeckung mit hohlen Steinen.

1) Eindeckung mit Dachpfannen. Es gibt dreierlei Sorten von Dachpfannen, welche wie ein liegendes ∽ gestaltet sind: die

Fig. 638.

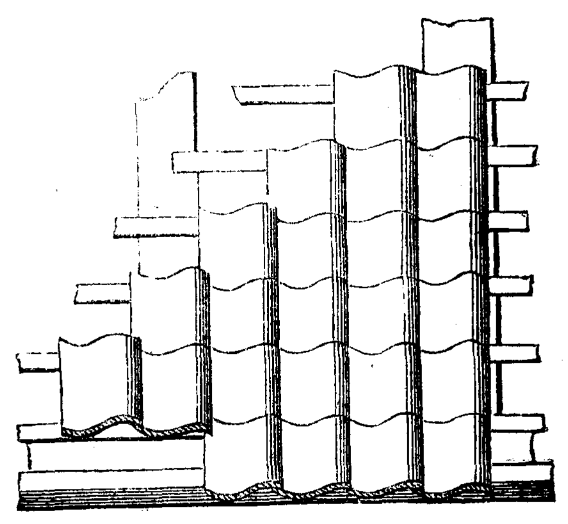


Fig. 639.



größere Sorte ist mit der Nase 42 zm lang und 26 zm breit, die Mittelsorte ist 39 zm lang und 26 zm breit, und die kleinste Sorte 34 zm lang und 23 zm breit. Zu den beiden ersten Sorten wird 31 zm weit und zu der letzteren 23 zm weit ge-

lattet, so daß jeder nächstobere Stein den nächstunteren mindestens 10 zm überdeckt.

In Fig. 638 ist die Eindeckung mit Dachpfannen dargestellt. Auf der First und den Graten werden Hohlsteine übergedeckt. Der Breite nach decken die Pfannen 21 zm.

Die Dachpfannen werden entweder mit untergelegten Spließen, oder auch ohne dieselben eingedeckt. In beiden Fällen aber wird alles in Kalk, der häufig mit Kälberhaaren gemischt ist und dann Haarkalk heißt, stark verstrichen. Innerhalb verstreicht man jeden Stein, außerhalb nur die unterste und die oberste Schicht des Daches und die beiden Schichten an jeder Kante des Daches, welches auch dann gilt, wenn Dachfenster eingedeckt werden.

Da diese Dächer eigentlich alle Jahre verstrichen werden müssen, erfordern sie viel Kalk und werden kostbar; besonders dadurch, daß die Steine krumm und schief sind, wodurch große Fugen entstehen.

Die Pfannendächer sind leichter als Kronen- und Doppeldächer, sie können aber nur unter zwei Bedingungen gut und dicht hergestellt werden. Erstens müssen die Pfannen durchaus gerade und nicht windschief sein, dann muß der Ziegeldecker sie bei dem Eindecken (nach der Länge) scharf einsetzen, zu welchem Behuf die lange Kante jedes einzelnen Steines mit dem Hammer behauen (geschärft) wird, so daß möglichst scharfe Seitenfugen entstehen, welches man Krempen nennt. Es geht zwar dadurch die Arbeit langsamer von statten und wird theurer, das Dach hält aber auch dreimal so lange, als bei der gewöhnlichen Eindeckung und man spart mindestens die Hälfte an Kalk. Das Einlegen von Strohwiepen in die Seitenfugen der Steine ist feuergefährlich, und darf nicht stattfinden, auch fressen die Mäuse das Stroh, wenn man es nicht theert oder stark antiseptisch macht. Es ist auch völlig unnöthig, wenn man die Steine, wie erwähnt, krempt.

2) Eindeckung mit gewöhnlichen Hohlsteinen, wie man sie zur Eindeckung der Firste und Grate bei Biberschwanzdächern verwendet.

Fig. 640 und 641 zeigt die Art der Eindeckung, gewöhnlich Eindeckung mit Mönchen und Nonnen genannt. Abgesehen davon, daß ein solches Hohlziegeldach ungemein schwer ist, und daher sehr starker Sparren bedarf, wenn diese nicht tüchtig unterstützt werden, so hält es doch nie so dicht als ein gut gedecktes Biberschwanzdach, und muß nebenbei eine steile Lage haben. Diese Art der Eindeckung ist daher ganz außer Anwendung gekommen, und wir finden sie nur noch an alten Kirchen 2c. vor.

Fig. 640. Fig. 641.

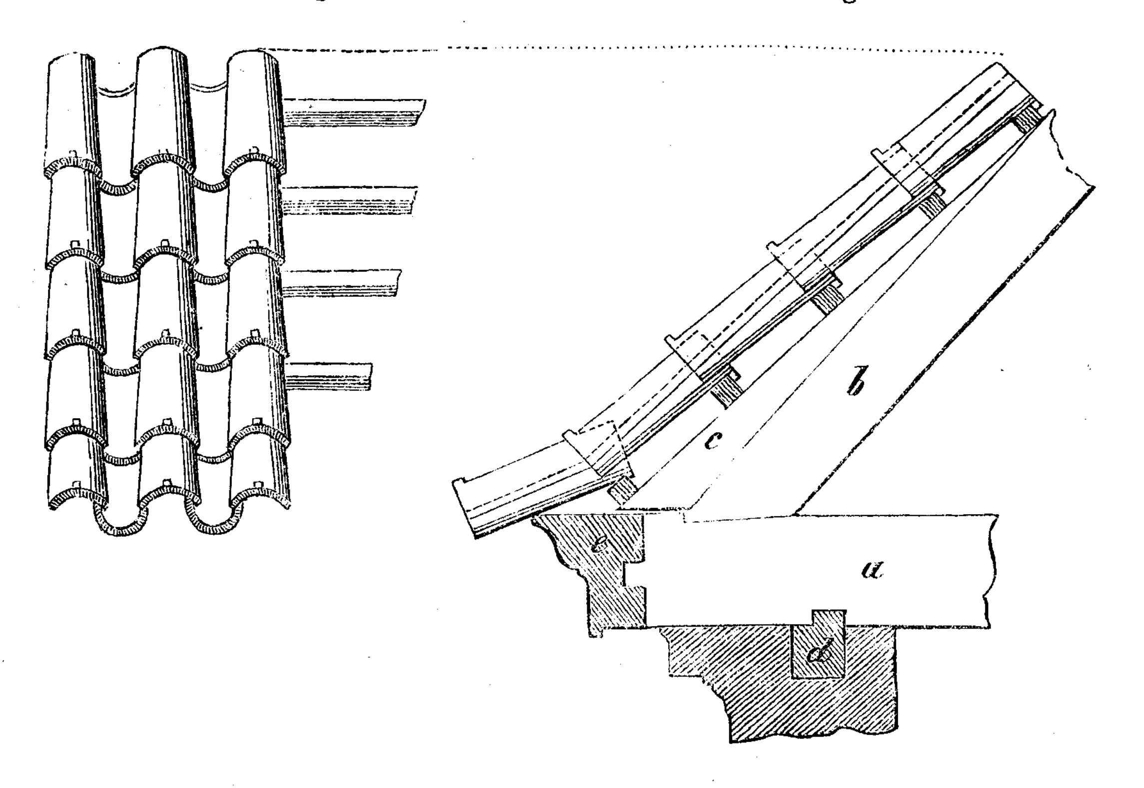


Fig. 642.

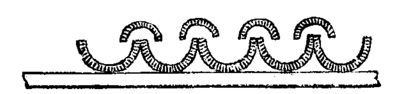


Fig. 642 zeigt die vordere Kante eines solchen Daches und wie die Steine aufeinander liegen. Die Lattung geschieht hierbei mit starken Latten, 31—37 zm von Unterkante zu Unterkante.

Da, wo die Aufschieblinge (Aufstreicher) der Dachsparren anlaufen, und ein Bruch oder Winkel im Dache entsteht (ein sogenannter Wassersack, Leistenbruch, Kropf) muß man nicht allein die besten Ziegel nehmen, mit den geradesten und breitesten Latten und zwar etwas enger latten, als die übrige Dachfläche; sondern man muß auch auf das Verstreichen die größte Sorgfalt verwenden, weil dieses die Stelle ist, wo am leichtesten Wasser eindringt.

Um diese Wassersäcke so unschädlich als möglich zu machen, müssen die Aufschieblinge (wenn sie stattfinden) nicht zu kurz gemacht werden

Es ergeben sich auch noch andere Regeln für die gute Ausführung der Dächer mit gebrannten Steinen.

a) Man wähle zur Eindeckung eine Jahreszeit und solche Tage, wo der Mörtel nicht zu schnell trocknet.

b) Man decke nicht zu spät im Herbst ein, wenn schon starke Nachtfröste kommen, aber auch nicht im heißen Sommer, weil der Streichkalk dann gewöhnlich wieder abfällt.

c) Man nässe die Fugenfläche, der man den Kalk aufstreicht, stark an.

d) Man gebe dem Mörtel nicht zu viel Wasser und mache ihn nicht zu fett, weil er sonst aufreißt.

e) Das beste Mittel ist, dem Kalk Kälberhaare zuzusetzen.

§. 84. Die italienische Dachdeckung.

Es ist auffallend, daß man in einem so milden Klima wie das italienische, wo namentlich Schnee und Eis die Dächer weniger verderben als in Deutschland, die Eindeckung sorgsamer eingerichtet wird, als im letztgenannten Lande. Fig. 643—645 zeigt dieselbe.

Fig. 643.

Fig. 644.

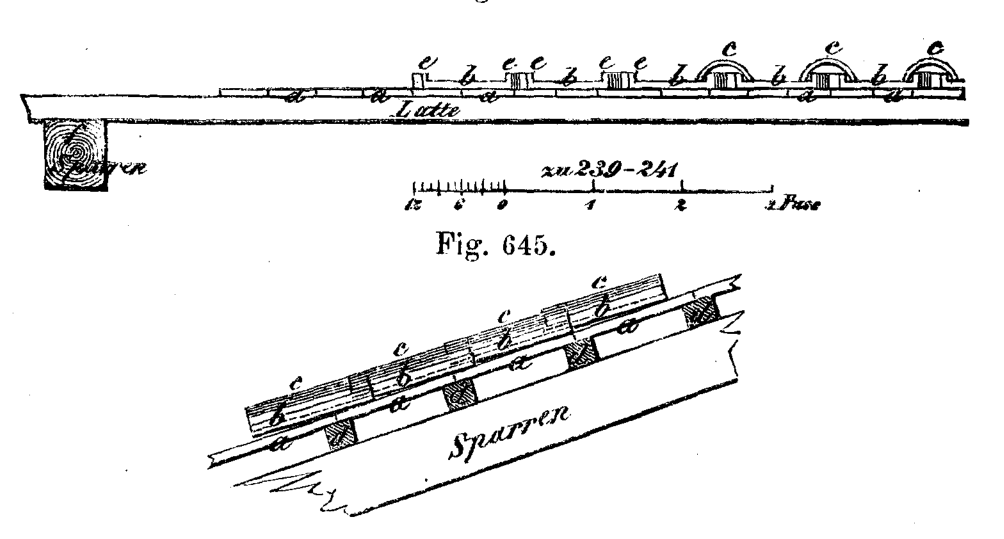


Fig. 645.

Fig. 643 zeigt die verschiedenen Lagen des Grundrisses, Fig. 644 die vordere Ansicht einer Schicht, Fig. 645 die Seitenansicht einer Schicht.

aa sind dünne Platten von Ziegelsteinen, circa 15^{zm} breit, 42^{zm} lang und so schwach wie möglich, $2-3^{zm}$ stark. Diese liegen auf 10^{zm} breiten und $8-10^{zm}$ starken Latten ddd, die ebenfalls 12^{zm} von Unterkante zu Unterkante entfernt liegen.

Die Plattziegel a sind an ihren Seitenkanten geschliffen oder glatt gerieben, und werden mit gutem Kalkmörtel, der mit feinem Sande gemischt ist, vermauert.

Auf den Steinplatten aa liegen Flachziegel bbb mit erhöhten Kanten eee, oben 34^{zm}, unten 26^{zm} im Aeußeren gemessen breit, 41^{zm} lang, genau wie die Länge der Platten aaa.

Die Aufeinanderlage dieser Ziegel ergiebt sich aus Fig. 643 bei a und b in der Ansicht von oben, in Fig. 644 von vorn und in Fig. 645 von der Seite. Die unteren Schichten der Ziegel bb, welche unmittelbar an dem Sims liegen, sind von gleicher Breite, und daher oben 34^{zm} und eben so breit auch unten, wo die übrigen nur 26^{zm} breit sind. Auf diese Flachziegel bb kommen die Hohlziegel ccc zu liegen, welche die erhöhten Kanten ee überdecken, wie aus den Figuren deutlich zu sehen.

Sowohl die Flachziegel bb als die Hohlziegel cc liegen, oder decken, 8^{zm} übereinander, wie in Fig. 607 und 609 zu sehen ist.

Die Ziegel bb und cc haben keine Nasen und liegen frei auf den Platten aa ohne Befestigung. Sie lassen kein Wasser durch, und sollte durch heftige Winde dennoch etwas Wasser oder Schnee, vorzüglich von unten hinauf, unter dieselben getrieben werden, so lassen es die in den Kanten in Kalk gelegten Platten aa nicht durch.

Alle drei Arten dieser Ziegel müssen von einer Thonmasse ohne Steine, sorgfältig und vollkommen geformt, gut getrocknet (gepreßt) und zuletzt gut und tüchtig gebrannt sein. Eine besondere Mischung ist dazu nicht erforderlich, und genügt jedes gute Ziegelgut, wie es bei uns zu den Dachsteinen erforderlich ist, doch müssen die Steine so wenig wie möglich Wasser anziehen (filtriren).

Die Neigung der italienischen Ziegeldächer ist gewöhnlich von der Art, daß sie $1/5$ der Breite des Gebäudes zur senkrechten Höhe haben. Nie sind sie höher als $1/4$ der Breite zur Höhe, und nur selten niedriger als $1/6$. Eine lange Erfahrung mochte wohl diese Verhältnisse climatisch bestimmt haben.

Diese Art der Bedachung ist unstreitig dem Aussehen nach die schönste von allen bisher beschriebenen, und nähert sich der, welche man im griechischen Alterthum anwendete.

§. 85. Eindeckung mit Schiefer.

Der zur Dachdeckung benutzte Schiefer wird entweder aus England oder aus Thüringen und dem Harz bezogen. Die Größe, Dicke und daher auch das Gewicht des Schiefers sind, je nach den Brüchen, sehr verschiedene. Der englische Schiefer zur Dachdeckung wird in Größen von 29^{zm} Länge und 13^{zm} Breite bis zu 68^{zm} Länge und 39^{zm} Breite geliefert, die gebräuchlichste Sorte ist 62^{zm} lang und 36^{zm} breit.

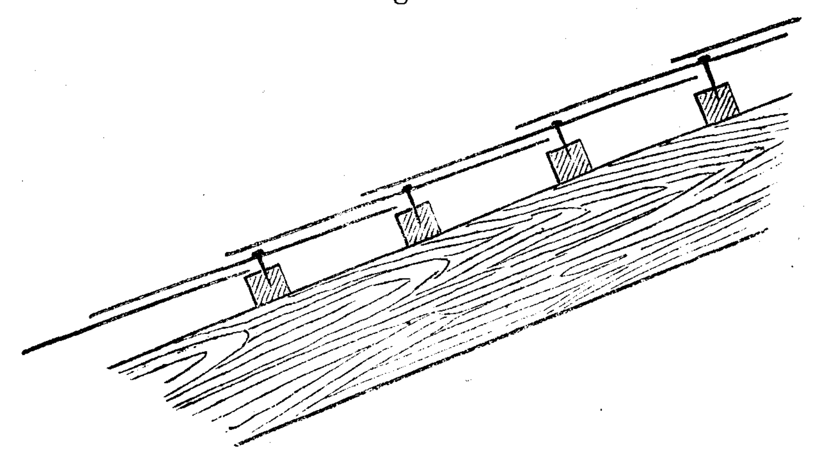
Das mit Schiefer einzudeckende Satteldach muß wenigstens $^1/_5$ der Tiefe zur Höhe bekommen, flacher darf es nicht eingedeckt werden, da der glatte Schiefer gegen Triebschnee und Regen sich nicht verstreichen läßt und das Wasser sich auch an ihm in die Höhe zieht, wenn er zu flach liegt.

Die Eindeckung des Daches mit englischem Schiefer kann, sobald die größeren Platten dabei angewendet werden, als vollständiges Doppeldach auf Latten geschehen. Fig. 646 und 647 zeigen eine solche Eindeckung mit Schieferplatten von 63^{zm} Länge und 36^{zm} Breite, die Lattenweite beträgt 26^{zm}, bei einer Ueberdeckung von 10^{zm}. Jede Schieferplatte muß zweimal in der Mitte der Langseite genagelt werden.

Fig. 646.

Die deutsche Eindeckung Figur 648. Hierbei werden die nach der Chablone zubehauenen Schieferplatten auf eine Verschalung von starker Neigung von der Traufe nach dem First zu in Reihen so genagelt, daß die neben einander liegenden Platten sich gegenseitig überdecken. Jede Platte wird dabei 2—3 mal, mit sogenannten Schiefernägeln auf die Verschalung genagelt, wobei die Steine vor dem Decken durch den Schieferhammer gelocht werden. Der schwarze

Fig. 647.



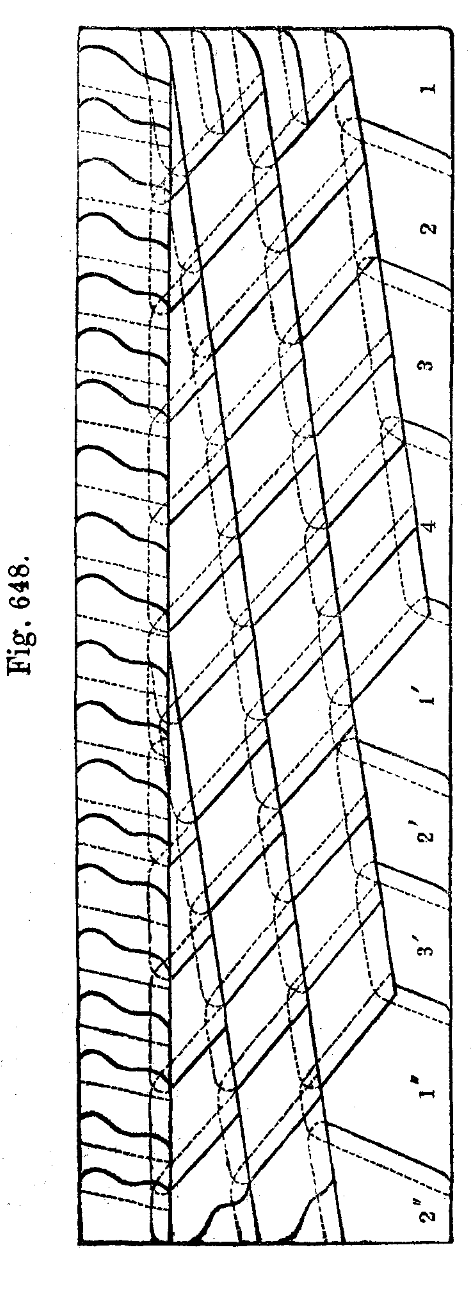


Fig. 648.

Schiefer läßt sich besser lochen als der blaue, ist aber nicht so dauerhaft. Durch Bestreichen mit Oel macht man den Schiefer härter und dauerhafter. Die Verschalung von Forsten, Grathen und Kehlen muß sehr trocken sein, weil sie sich sonst wirft und die Schiefer gesprengt werden. Die Fenster und Grathe werden mit Metall überdeckt, oder man arbeitet die Schiefer scharf gegen einander, so daß die eine Seite die andere überdeckt. Beim Eindecken müssen gleich Haken befestigt werden, an denen die Leitern aufgehängt werden können.

§. 86. Dachfenster und Dachkehlen.

Bei steilen und hohen Dächern ist es leider ein unabweisbares Bedürfniß, die Dachfläche, wegen Erleuchtung und Luftzug, durch mannichfach gestaltete Dachfenster zu unterbrechen, welches aber demungeachtet so sparsam wie möglich geschehen muß, da durch ihre Anbrin-

gung immer solche Stellen entstehen, wo leicht Einregnungen stattfinden.

Kommt es nur darauf an, etwas Licht zu schaffen, so hebt man bei gewöhnlichen Gebäuden einen oder zwei Dachsteine etwa um 15 zm in die Höhe, setzt in die Seitenwinkel ein paar zugehauene Seitenstücke in Kalk, und setzt ebenso vorn eine Glasscheibe in Kalk.

Sollen aber Luft und Licht zugleich geschafft werden, so muß man wirkliche Fenster, die sich öffnen lassen, anbringen.

Diese sind entweder in senkrechten Aufsätzen (gewöhnliche viereckige Dachfenster) enthalten, und haben schräg nach der Dachfläche zulaufende Ziegelbedachungen, oder die Dachfenster bekommen förmlich kleine Giebeldächer. Beide Arten halten nicht dicht, und haben noch das Unangenehme, daß sie einen um so stärkeren Tropffall auf die untere Dachfläche verursachen, je höher sie sind. Deshalb pflegt man dergleichen große Dachfenster und Luken jetzt allgemein besser mit Metall als mit Dachsteinen abzudecken. Sollen sie aber mit Dachsteinen abgedeckt werden, so betrachtet man sie als besondere kleine Dächer, und es ist dann alles dabei zu beobachten, was wir bisher bei der Eindeckung großer Dachflächen gesagt haben.

Besonders sorgfältig aber ist derjenige Ort zu berücksichtigen, wo sie an die große Dachfläche anschließen, weil vermöge ungleicher Neigung dort immer ein Wassersack entstehen muß.

Die Seiten der Dachfenster werden wie Fachwerkswände ausgemauert, nur ist der Anschluß der Dachflächen ganz vorzüglich sorgfältig zu behandeln, weil da immer Einregnungen stattfinden, sobald die Kehlen und Seiten der Dachfenster nicht sorgfältig mit Zink eingedeckt werden.

Aus allen diesen Ursachen pflegt man jetzt (wenn nicht Dachwohnungen angelegt werden sollen) kleine Dachfenster, ganz aus Zinkblech gearbeitet und mit Glasfenstern versehen, aufzusetzen, welche ungleich dichter halten als alle in Holz construirten.

In neuester Zeit bedient man sich vielfältig gegossener eiserner Dachfenster, welche mit der Dachfläche gleich liegen, und der Höhe nach aufgehoben und durch einen eisernen Haken festgestellt werden können. Man muß nur etwas starkes Glas zu ihrer Verglasung nehmen, weil sonst Hagel und Schloßen sie, vermöge ihrer schrägen Lage leichter einwerfen als senkrecht stehende. Gefährlich ist es hingegen statt der ebenen oder Plangläser, gewölbte Gläser (convexe, Ochsenaugen) einzusetzen, denn obwohl sie dem Hagel besser wider-

stehen, so können sie doch, wie Brenngläser, einen Brand verursachen.

Die, mit der Dachfläche in einer Ebene liegenden, sogenannten einfallenden Lichter, welche aus hölzernen Fenstern bestehen, taugen gar nichts, weil sie bald verfaulen und immer einregnen; besser bedient man sich hierzu der gegossenen eisernen.

Noch eine Art Dachfenster wurde früher sehr häufig angewendet, es sind die sogenannten Fledermausdachfenster.

Abgesehen von ihrer widerlichen Form, erfüllen diese Dachfenster ebenfalls nicht die Bedingungen des Dichthaltens, welches doch immer die erste ist; außerdem sind sie kostspieliger als blecherne, und daher ist es wohl gekommen, daß sie wenig mehr in Anwendung sind. Ihre vordere Fläche, wo sich keine Fenster befinden, wird aus Bohlen gebildet, zuweilen auch wie Fachwerk ausgemauert.

Kommen an einem Dache sogenannte fortlaufende Luken vor, wie es namentlich bei Brauereien, Trockenboden und bei solchen Gebäuden der Fall ist, wo man den Dachraum zugleich zu Wohnungen benutzen will, so werden die auf solchen fortlaufenden Luken befindlichen Pult- oder Schleppdächer ganz so behandelt, wie einzeln für sich bestehende Dachflächen, und es gilt hierbei alles, was wir darüber früher gesagt haben. Ebenfalls ist hierbei zu berücksichtigen, daß bei den Stellen, wo die Sparren der flacher eingedeckten Luken an die steilere Fläche des Hauptdaches anschließen, besonders vorsichtig verfahren werden muß, weil eben auf diesen Punkten Wassersäcke entstehen.

Eine besondere Berücksichtigung erfordern noch die sogenannten Dachkehlen, wo zwei geneigte Dachflächen eine Rinne bilden. Sind die Dachsteine sehr gut und wird das Dach böhmisch eingedeckt, so können diese Rinnen mit Dachsteinen eingedeckt werden. Besser aber ist es, an solchen Punkten eine Blechrinne oder einen etwa $^2/_3$ m breiten Blechstreifen zu legen, über welchen von beiden Seiten die Dachsteine übergreifend eingedeckt sind. Die beiden äußern Blechkanten müssen wie in Fig. 649, oder besser noch in Fig. 650 umgebogen werden, damit sich eintreibender Schnee oder Regen darin fängt und nicht unter den Dachsteinen in den Dachraum dringt. Dieselbe Vorsicht ist auch da anzuwenden, wo Schornsteine unterhalb der First aus dem Dache heraustreten. Man legt dann in die Kehle ein Blech von 62 zm Breite, welches etwa 20 zm an der senkrechten Schornsteinwand in die Höhe geht und in eine Horizontalfuge eingreift. An den übrigen drei Schornsteinseiten kragt man die Steine (nach der Dachnei-

Fig. 649.

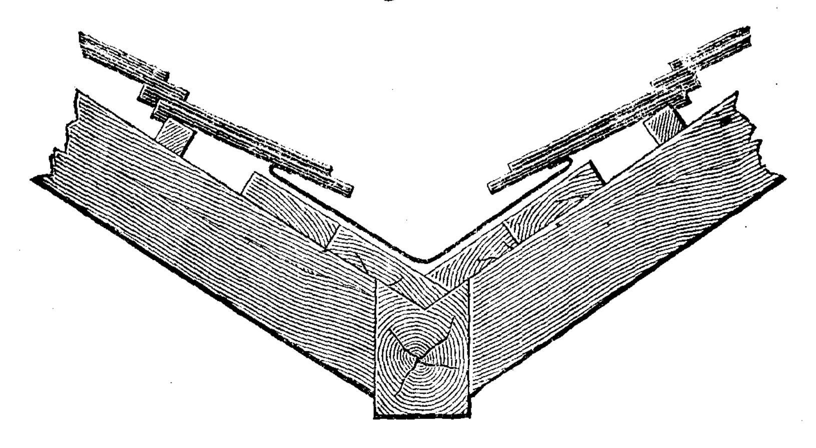
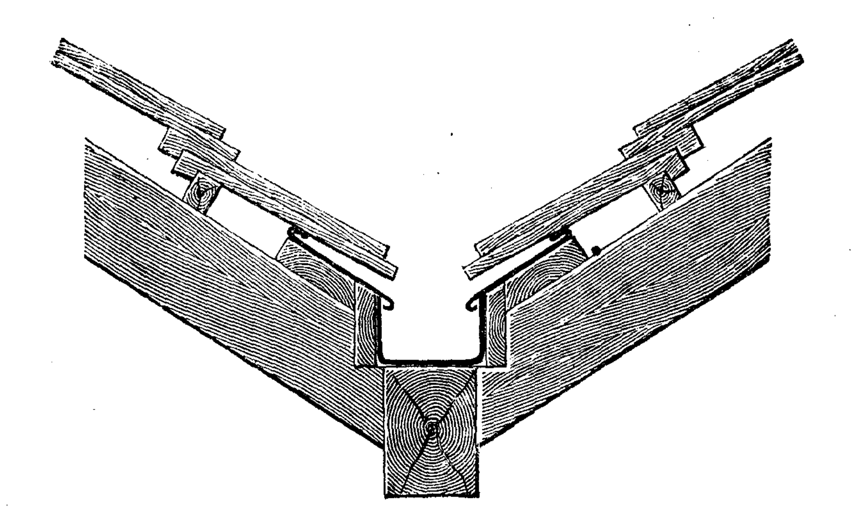


Fig. 650.



gung) etwa 4 zm heraus und verstreicht den Zwischenraum zwischen diesen und den Dachsteinen mit Mörtel. Ist der Schornsteinkasten groß, so daß die Kehle lang wird, dann ist es am besten sie mit Blech, wie ein kleines Dach einzudecken, so daß von der Mitte aus Gefäll nach beiden Seiten stattfindet. Ueber die Giebelborde ist zu bemerken, daß der Zwischenraum zwischen den Dachsteinen und der Giebelmauer gewöhnlich durch eine Kalkleiste, bisweilen mit eingedrückten Steinschiefern ausgeglichen wird, daß aber eine Windleiste unter den Latten und eine daran genagelte Hirnleiste, die an die Dachsteine anschließt, haltbarer sind. Sollen längere Gebäude und Dächer durch Brandgiebel geschieden werden, ohne daß dieselben über die Dachfläche vortreten, dann dürfen auch eigentlich die Dachlatten nicht durchgehen und man muß dann die Ziegel über dem mittleren Theil der Brandmauer in Mörtel pflastern, ebenso, als ob sie auf Latten hingen.

Neunte Abtheilung.

Die Gesimse.

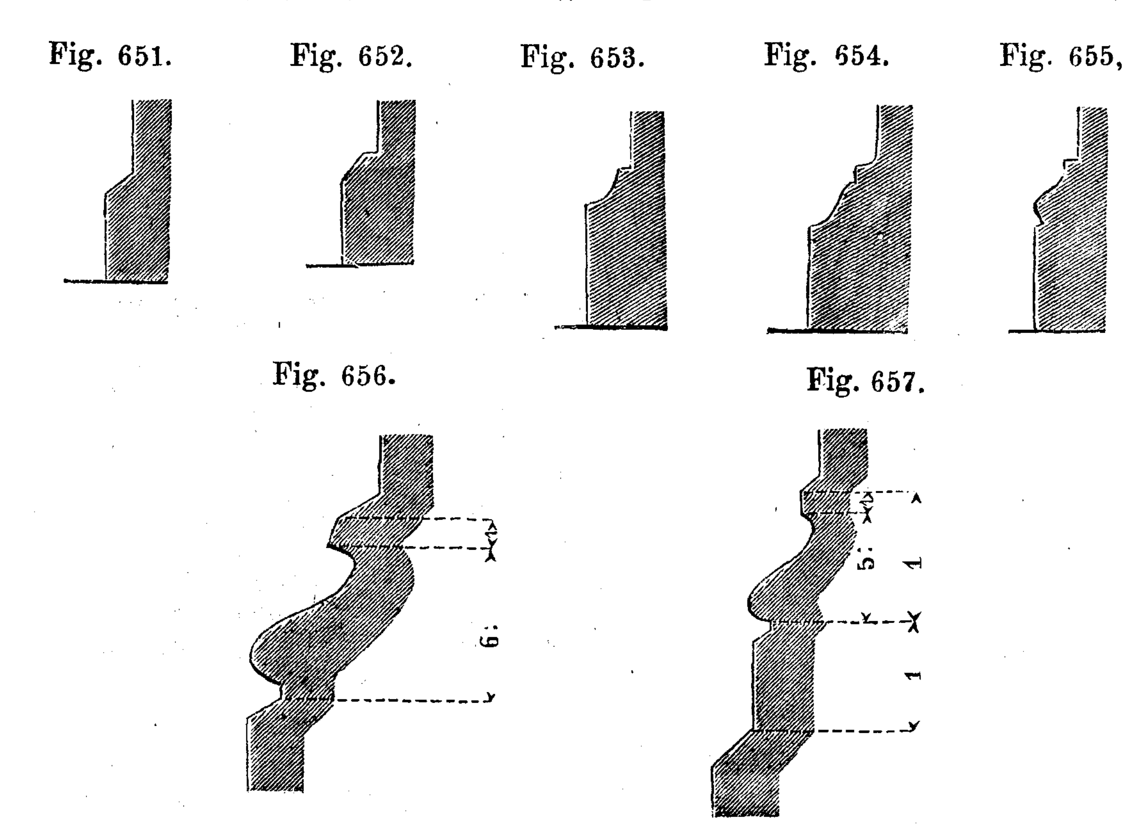
Man unterscheidet in der Gliederung eine Façade:

1) Fußgesimse, Sockel oder Plinthengesimse, welche für das ganze Gebäude die Basis bilden, den soccus der Römer.
2) Gesimse, welche die Fronten nach Etagen theilen. Es sind dies einmal die sogenannten Gurt- oder Bandgesimse in der Höhe der Balkenlagen, zweitens in der Brüstungshöhe die Brust- oder Brüstungsgesimse, welche auch oft durch Sohlbänke ersetzt werden.
3) Haupt- oder Krönungsgesimse, sie können ein ganzes Gebäude, aber auch eine Thür- oder Fensterverdachung krönen oder frei endigen lassen.

§. 87.

Sockel-, Fuß- und Plinthengesimse.

Sockelgesimse. Der Vorsprung des Unterbaues von den auf



denselben stehenden Wänden, beträgt bei kleinen einstöckigen Gebäuden meist nur $2^1/_2 - 5^{zm}$, selten 8^{zm}. In den meisten Fällen wird dieser Vorsprung abgeschrägt, aber nie steiler als 45 Grad. Ferner wendet man einfache, das Auslaufen andeutende Profilirungen an, bei zwei- und mehrstöckigen Gebäuden mißt dieser Vorsprung des Unterbaues vor den Wänden zwischen 8 und 15^{zm}.

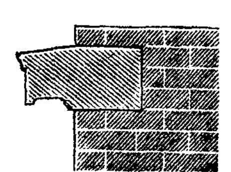
§. 88. Theilungsgesimse.

1) Gurt- oder Bandgesimse heißen diejenigen horizontal durchlaufenden Gesimse, welche gewissermaßen als Andeutung der Geschosse ihre Stelle in der Fronte in derjenigen Höhe zu finden pflegen, die der Lage der innern Decke entspricht. Die Höhe und Größe dieser Gesimse richtet sich nach den architektonischen Verhältnissen der Façade; in der Regel sind sie $13-25^{zm}$ hoch und laden $18-27^{zm}$ aus, alsdann beträgt die Auflagebreite in der Mauer bei einer Ausführung von Sandstein oder Granit, nach Fig 658 ca. $^1/_3{}^m$. Bei Rohbauten wird das Gesims entweder durch vortretende Steine oder bei reicherer Ausstattung nach Fig. 659 von Formsteinen hergestellt.

Bei einfachen Bauten kann das Bandgesims gleichzeitig als Fenstersohlbank dienen, sowie aus einer horizontalen oder schräg liegenden Rollschicht bestehen.

Die billigen Bauten erhalten in Kalk- oder Cementmörtel überputzte Frontmauern und Gesimse; um letztere herzustellen, treten einzelne Steine, wo das Gesims sich befindet vor, Fig. 660 bis 662. Das Weitere hierüber geben wir bei den Putzarbeiten.

Fig. 658.



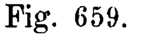
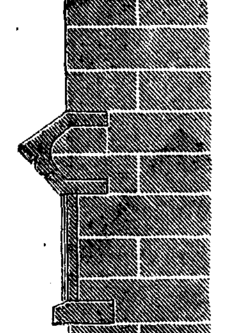
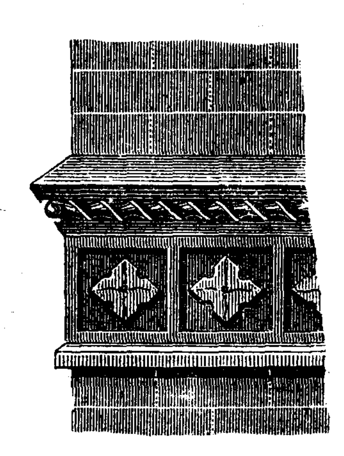


Fig. 659.

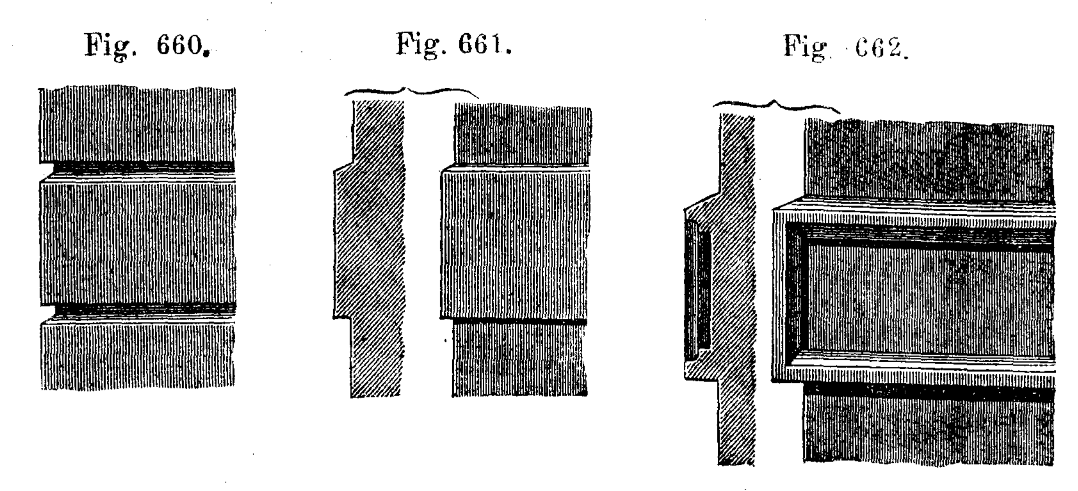




2) Brust- oder Brüstungsgesimse nennt man diejenigen horizontal durchlaufenden Gesimse, welche unmittelbar unter dem

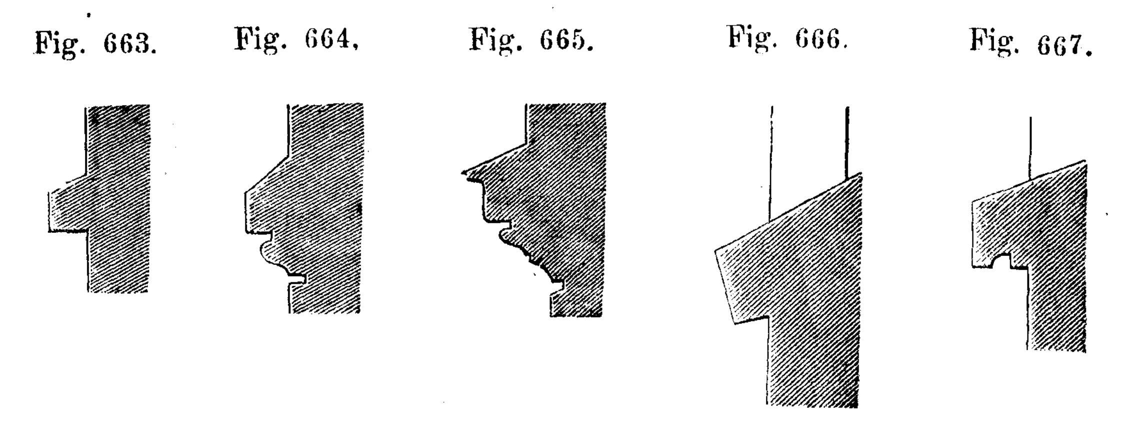
Fenster herlaufen und die Brüstungen derselben nach oben begrenzen. Ein solches hat eine leichtere Form des Gurtgesimses und erhält

Fig. 660. Fig. 661. Fig. 662.



eine Höhe von 10—15 zm bei einer Ausladung von 8—10 zm. Fig 663—665.

Fig. 663. Fig. 664. Fig. 665. Fig. 666. Fig. 667.



3. Sohlbänke heißen diejenigen Gesimse, welche sich nur unter einzelnen Fenstern oder Fenstergruppen befinden, nicht aber durch die ganze Fensterlänge laufen. Sie erhalten eine Höhe von 15—23 zm und eine Ausladung von 8—10 zm. Fig. 666 bis 667.

§. 89. Hauptgesimse.

Das Hauptgesims bekränzt den obern Theil der Façade. Es hat von allen übrigen Gesimsen die größte Höhe und Ausladung und ist daher meist am gliederreichsten.

Die Gesammthöhe des Hauptgesimses beträgt bei einstöckigen Gebäuden gewöhnlich $^1/_{18}$, bei mehrstöckigen $^1/_{24}$ der Höhe desjenigen Gebäudes, von welchem es die Beendigung bildet.

Das Maß der Ausladung massiver Gesimse wird meist der Höhe gleichgesetzt. Größere Ausladungen kommen nicht vor, dagegen wohl kleinere bis nur $^1/_3$ der Höhe.

Bei Gesimsen mit Zahnschnitten, welche theils in Werkstein, theils in Putz vorkommen, nimmt man die Ausladung derselben gleich der Höhe. Die Zwischenbreiten betragen $^1/_3$—$^1/_4$ weniger als die Zahnschnittbreiten und wechselt das Verhältniß der Zahnschnittbreiten zur Höhe derselben zwischen 2 : 3 und 1 : 2, während die Zwischenbreiten meist nur halb so breit als hoch sind. Zur Ausführung der Gesimse dürfen nur Strecker, nie aber Läufer verwendet werden und müssen die oberen Steine allemal die Fugen der unteren decken.

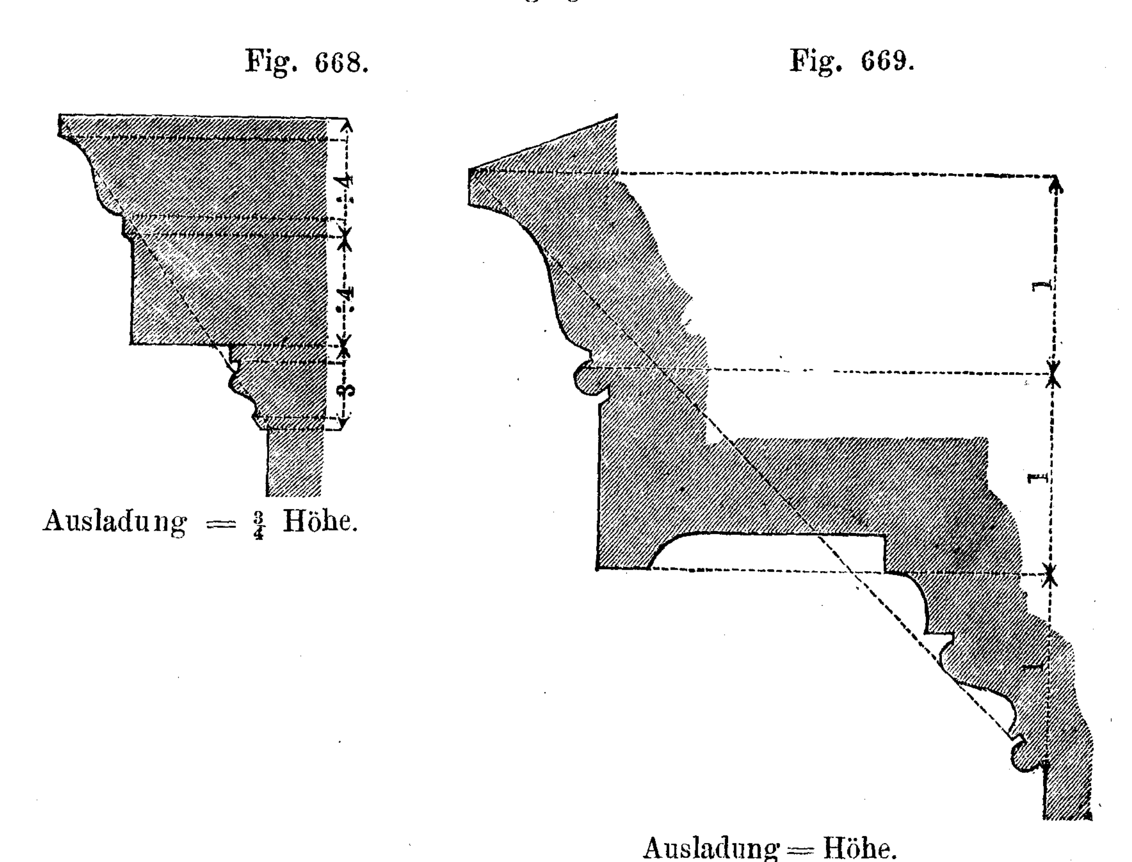


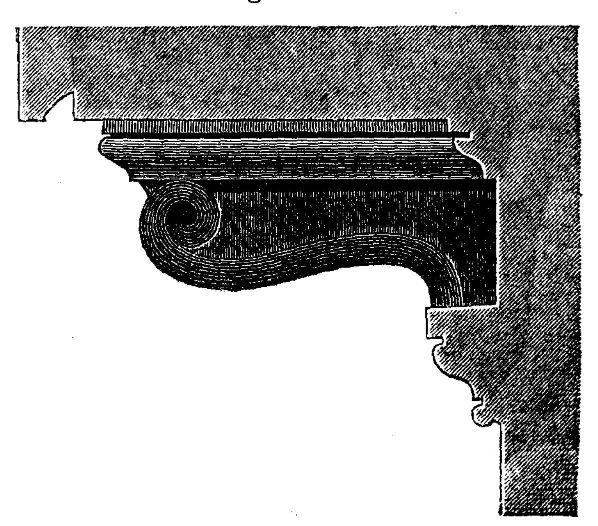
Fig. 668.

Ausladung = $\frac{3}{4}$ Höhe.

Fig. 669.

Ausladung = Höhe.

Fig. 670.



Die Verhältnisse, die man den Sparrenköpfen beim Sparrenkopfkranz giebt, sind sehr verschieden. Die gewöhnliche Länge des Sparrenkopfes ist $= 1^1/_2 - 2$ der Höhe in Zentimetern. Die Entfernung der Sparrenköpfe von einander ist gewöhnlich = der doppelten Sparrenkopfhöhe, die Breite = der Höhe.

Die Ausladung des Sparrenkopfkranzes = der Höhe, bis mindestens $^4/_5$ der Höhe. Die Herstellunng des Sparrenkopfkranzes erfolgt am zweckmäßigsten in Werkstein.

Das Consol- oder Kragstein-Gesimse erhält eine Ausladung von $^1/_2 - ^3/_4$ der Höhe. Die Consolen erhalten in der Regel eine Breite, die $^1/_4 - ^1/_3$ der Höhe derselben mißt. Mit der Consolenhöhe geht man öfter so weit herab, daß sie nur das $^1/_2 - 2$fache der Consolenbreite beträgt, es kommen aber auch Fälle vor, wo die Consolen 5 – 6 mal der Breite hoch sind.

Architrav, Fries. Der Hauptbalken, welcher sich von Stütze zu Stütze spannt und dazu bestimmt ist die Querlatten der eigentlichen Decke sowie das Gesims und Dach zu tragen, hieß bei den

Fig. 671.

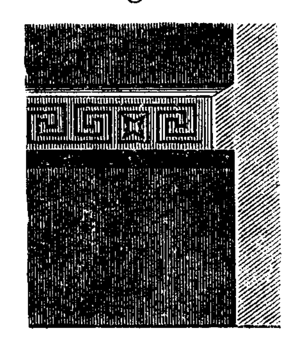
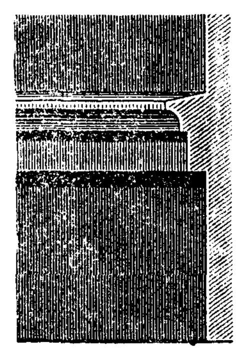


Fig. 672.



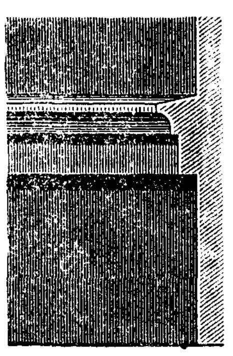


Fig. 673.

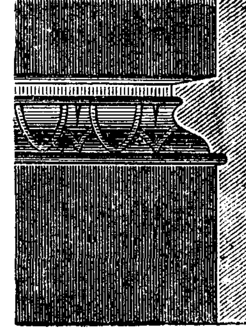


Fig. 674.

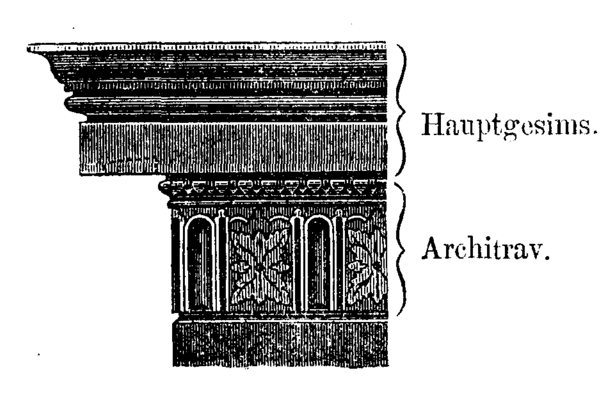
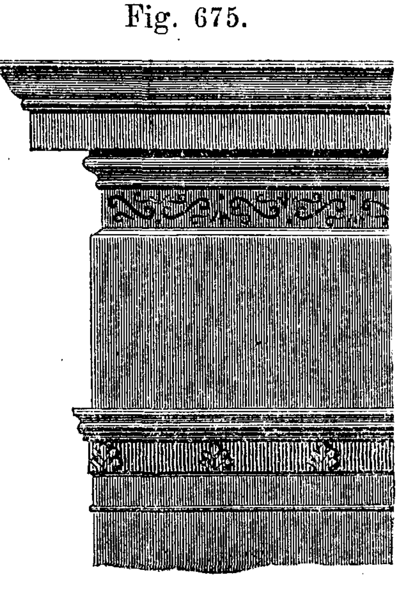


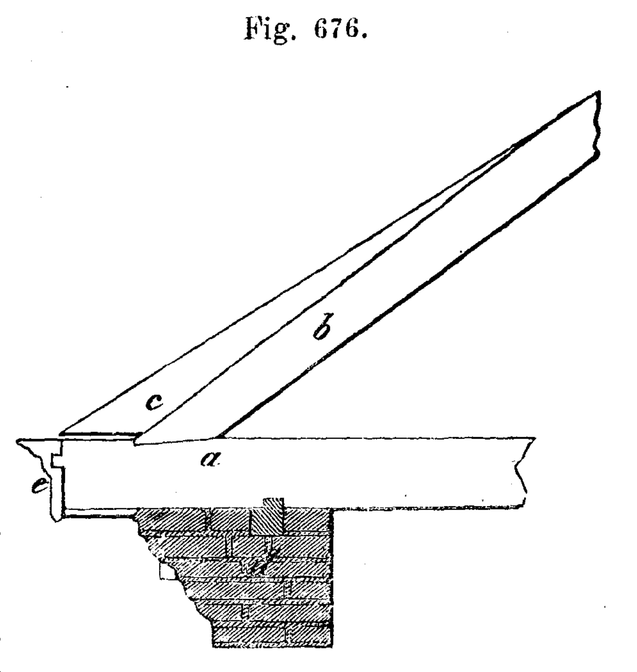
Fig. 675.



Griechen Epistilion, und heißt jetzt Architrav. Später ist der letztere auch häufig da decorativ aber ungehöriger Weise angewandt worden, wo er durch keine Stützen motivirt war, sondern aus reiner Nachahmung des antik griechischen sogenannten dreitheiligen aus Architrav, Fries und Hauptgesims bestehenden Gebälks. Der Fries ist ursprünglich durch die Anlage der Querbalken bedingt, und gewährte im dorischen Style die nöthigen Lichtöffnungen zwischen den Triglyphen oder Gesimsstützen. Derselbe wird bis in neuere Zeit ganz richtig als Verzierungsträger (Zophoros) auch ohne Architrav unter dem Hauptgesimse angewandt.

Der Fries liegt in der Regel bündig mit der Wandfläche (Fig. 675). Mitunter läßt man ihn ganz glatt, in der Regel aber nimmt er Ornamentenschmuck, oder wenigstens kleine Fenster zur Beleuchtung des Kniestocks auf.

Fig. 676.



Läßt man nicht die Sparren über die Wandflächen übertreten, und so die Traufe bilden, sondern wendet man Hauptgesimse an, so können verschiedene Fälle eintreten, von denen wir einige anführen wollen.

Fig. 676 zeigt einen über die Mauer reichenden Balken a, mit dem einstehenden Sparren b und dem Aufschiebling c.

Dieser letztere dient dazu, um die Dachsteine so weit überstehen zu machen, daß das, vorn an den Balkenköpfen angebrachte, hölzerne Gesims e geschützt wird. d ist die Mauerlatte; die unterhalb des Balkens befindlichen Glieder sind vorgemauert mit gewöhnlichen Mauersteinen. Den Vorsprung eines solchen Gesimses nennt man seine Ausladung. Wenn diese mehr als $1/3$ Meter beträgt, kann man die massiven Gliederungen nicht mehr mit gewöhnlichen Steinen bilden, sondern muß zu andern Mitteln greifen, wie wir weiter unten sehen werden.

Fig 677 zeigt ein massives, weit vorspringendes Gesims, wo die weit vorspringenden Theile m n entweder aus eigens geformten

Fig. 677.

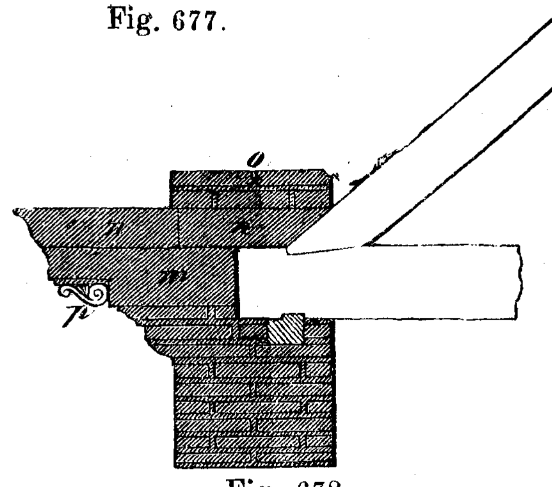


Fig. 678.

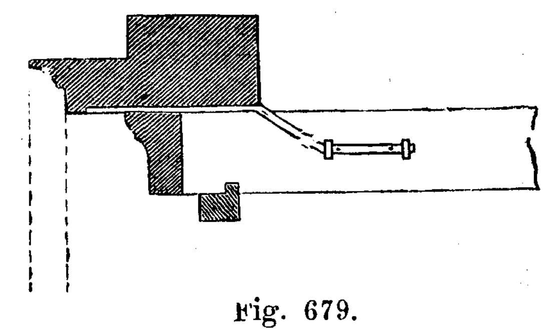
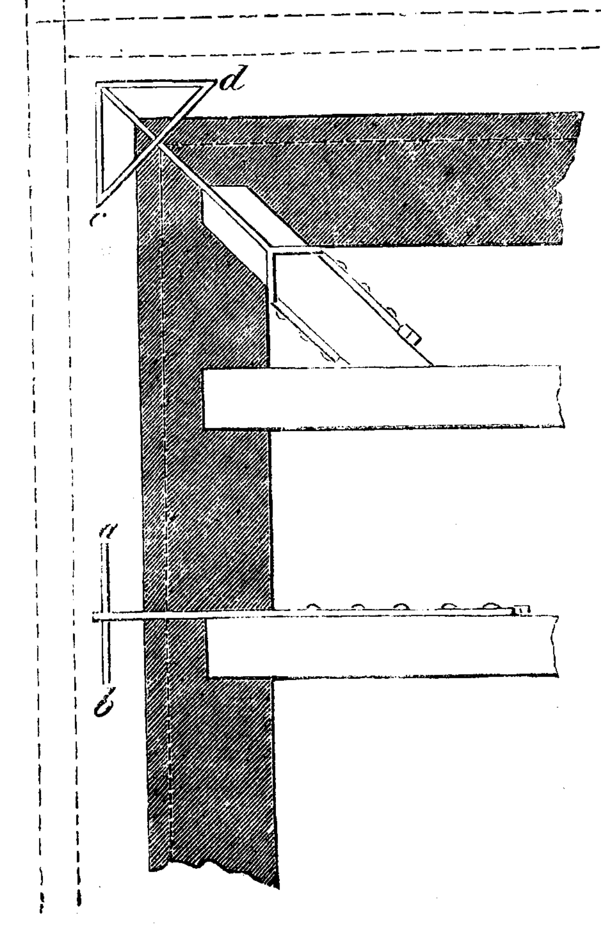


Fig. 679.



Mauersteinen oder aus Werkstücken bestehen. Die kleine Aufmauerung bei o dient dazu, durch ihre Last den Schwerpunkt des Gesimses auf die Mauer zu bringen und so die vorspringenden Gesimssteine im Gleichgewicht zu erhalten, welche sonst leicht nach vorn überkippen könnten. Weder bei Fig. 676 noch 677 kann eine zweckmäßige Rinnenanlage angebracht werden.

Eine solche Aufmauerung, sie mag hoch oder niedrig sein, nennt man eine **Attika**. In gewöhnlichen Fällen werden die mehr vorspringenden Theile eines Gesimses, durch sogenannte Gesimsziegel gebildet. Diese sind 47 ^{zm} breit 8 ^{zm} hoch. Sie müssen aber mindestens um die Hälfte ihrer Länge hinterwärts aufliegen, weil sie sonst Uebergewicht bekommen. Erhalten diese vorspringenden Steine unterhalb kleine Verzierungen, wie p (Fig. 639), so werden diese bei Werkstücken sogleich an den Stein mit angearbeitet, bei Gesimsen von Ziegeln aber, besonders aus Stucco (Gyps, Kalk und Steinkohlenmehl oder Holzkohle mit Leimwasser angerührt) geformt und mit Gypsmörtel angesetzt.

Wird der Vorsprung eines Gesimses so bedeutend, daß die Gesimssteine nicht mehr mit wenigstens ihren halben Längen auf dem Untergesims ruhen können, so müssen eiserne Gesimsanker angebracht werden, um den Vorsprung zu unterstützen. Fig. 678 und 679 zeigen eine solche Vorrichtung. Man bringt als-

Fig. 681.

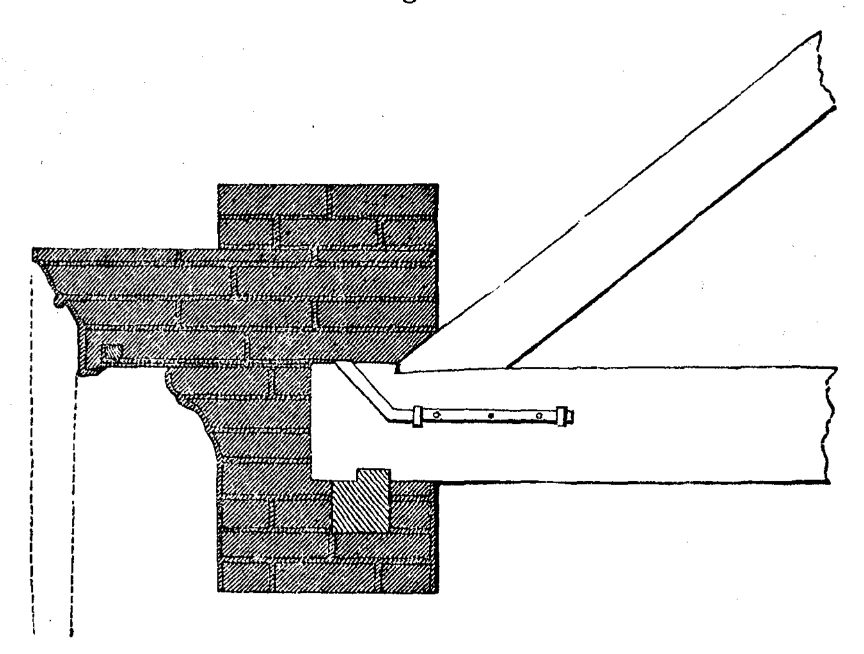
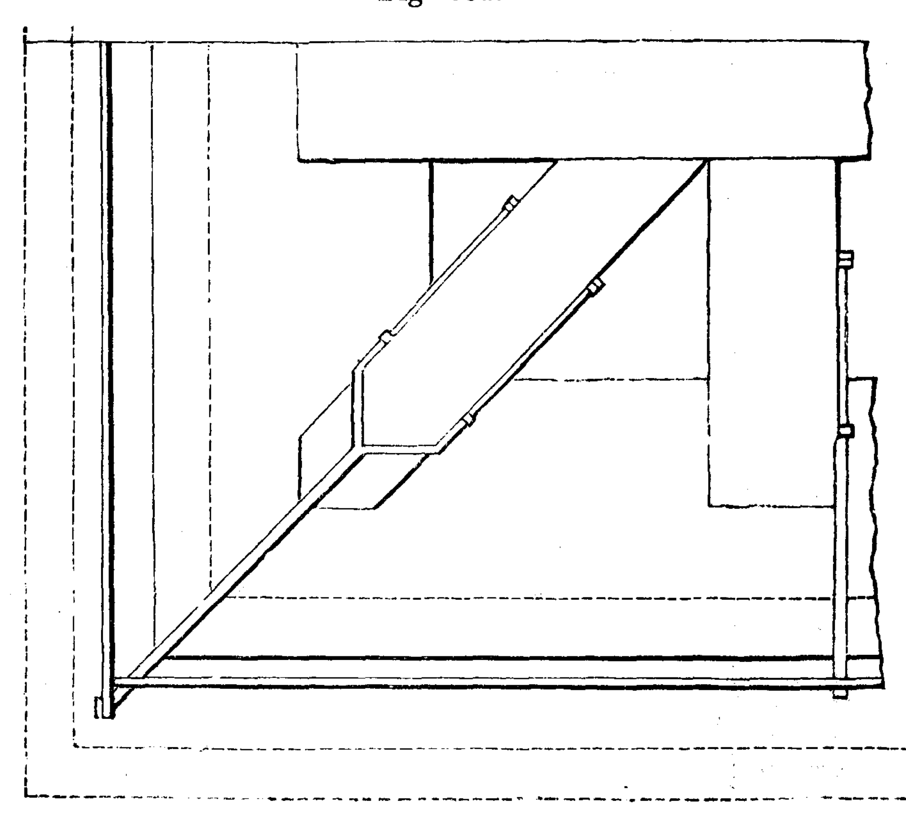


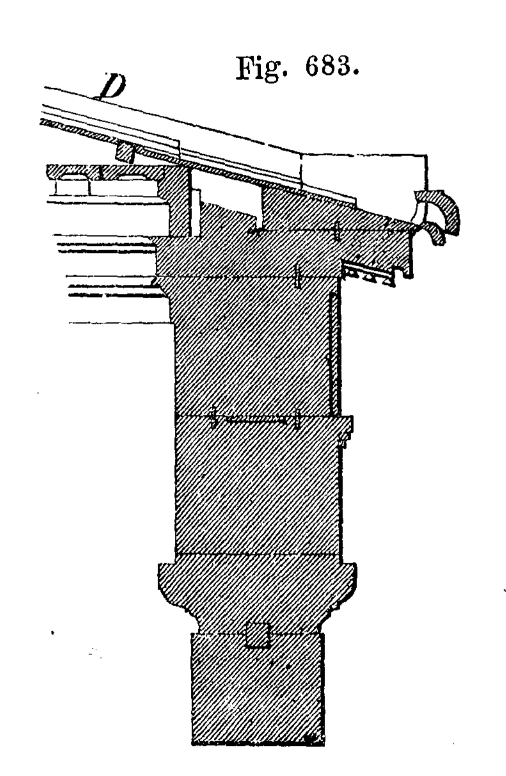
Fig. 682.



dann gewöhnliche Balkenanker an, welche aber keinen senkrecht stehenden Splint haben, sondern wo der Splint, wie in Fig. 679 von a nach b wagerecht läuft, und an den Eckankern wie bei cd einen Pfeil bildet. Dergleichen Anker werden ohngefähr $1^1/_2$—2^m oder etwa bis zum dritten Balken weit auseinander gelegt. Man sieht aber dabei (Fig. 679), daß die Zwischenweite ac, unter welcher die Anker nicht fortreichen, sich für sich allein durch die gegenseitige Spannung oder Reibung und durch den Mörtel tragen muß.

Die Anker aber näher zusammen zu legen, würde zu kostbar sein; daher legt man lieber in Fig. 681 und 682 nur flache eiserne Stangen durch die ganze Länge unter dem Gesims, oder man läßt die Balkengesimsanker ganz fort, und legt alle 1^m weit eine Eisenstange quer über die Mauer, vorn mit einer Oese, in diese Oese steckt man diejenigen Eisenstangen, welche parallel mit den Fronten laufen, und unterstützt auf diese Art den Vorsprung des Hauptgesimses.

Fig. 683.



Besser ist es, wenn man nicht wie in den Figuren 678—682 den massiven Theil des vorspringenden Gesimses mit dem vergänglichen Holzbalken verankert, sondern nur Eisen herauslegt, auf denen vorn, der Länge des Gesimses nach eiserne Stangen befestigt sind, und welche hinten durch Splinte an der Mauer befestigt sind.

Besser aber unter allen Umständen ist es, wenn man die Eisenbefestigung fortläßt und die weit vorragenden Theile aus Werkstücken gehörig stark anordnet und zwar derart, daß diese Steine (namentlich die für die Hängeplatte) mindestens zur Hälfte in die Mauer treffen. Noch besser ist es, wenn, wie in Fig. 683 die Steine, welche die Hängeplatte bilden, durch die ganze Mauerstärke gehen. Dieser Durchschnitt verdeutlicht ein dorisches Säulengebälk mit seiner Bekrönung. In der Ansicht Fig. 684 ist die Länge des Ecksteins der Hängeplatte so groß genommen, daß er das erste Triglyphenfeld t, und das Metopenfeld m überdeckt. Um den Stein bei geringern Dimen-

sionen möglichst weit ausladen lassen zu können, wird er im übertretenden Theile unterschnitten, und der dadurch am meisten geschwächte Theil der Hängeplatte durch stehengelassene Rippen verstärkt, welche man im dorischen Style Dielenköpfe (mutili) Fig. 683, im korinthischen Modillon's oder auch Consolen nennt.

Fig. 684.

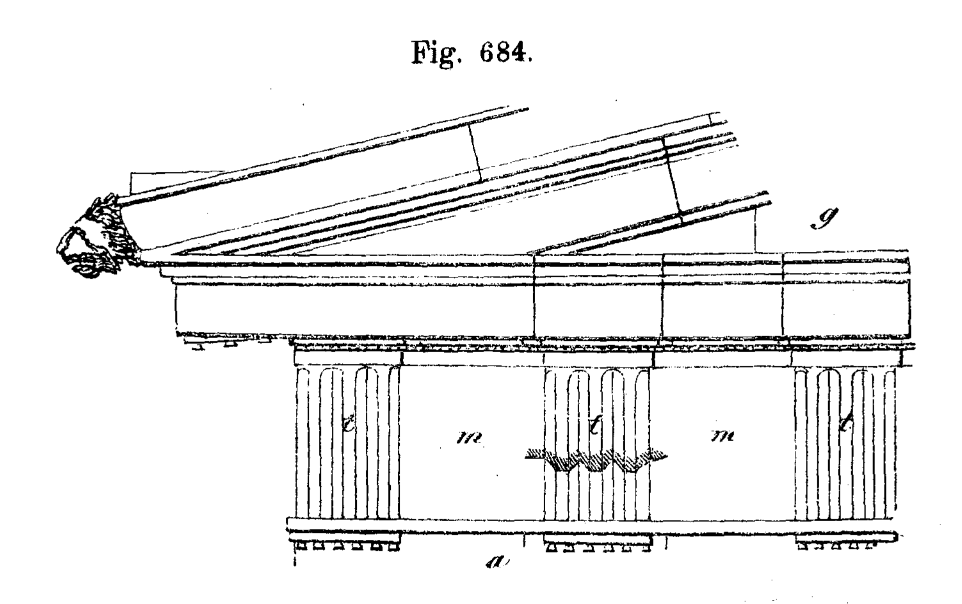
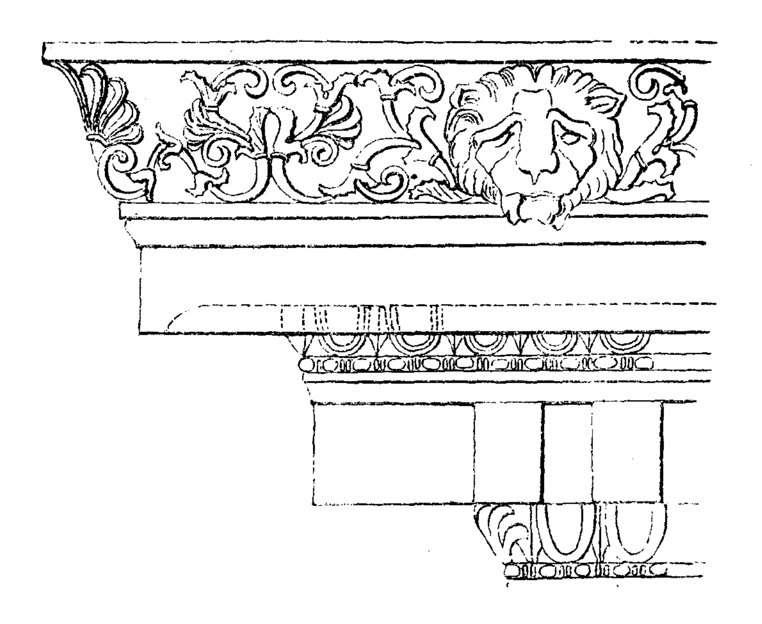


Fig. 685.



Bei der Fugeneintheilung der Gesims- und Deckenquader werden letztere meist in einer Schicht durchgehends als Läufer oder Binder angenommen, und zwar der weniger stark ausladenden in jeder Schicht durchaus als Läufer, die mehr ausladenden aber ebenfalls in jeder Schicht ohne Unterbrechung, blos als Binder angeordnet.

Die Hauptgesimse aus Sandstein bestehen am besten aus Bindern und Läufern, wobei letztere ankerartig in erstere eingreifen. Fig. 687 und 688. Um das Ueberkippen zu verhüten, werden entweder wie in Fig. 687 die Ankersteine (Binder) bis zur Dachfläche hintermauert oder es wird noch besser die ganze Mauer bis zur Oberkante der Sparren hochgeführt; häufig kann die Belastung der Sandsteingesimse direkt durch die Balkenlage erfolgen.

Fig. 687.

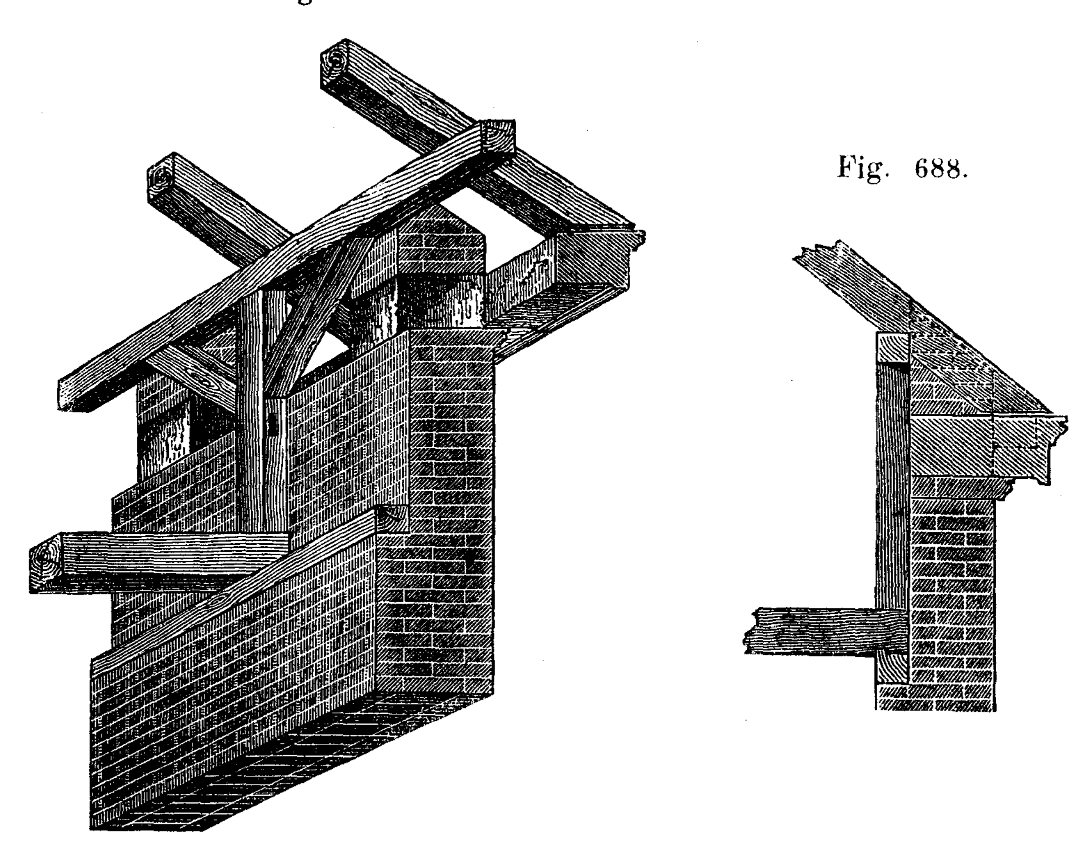


Fig. 688.

Ist das Hauptgesims ein sogenanntes Consolengesims, und ist der Maßstab ein sehr bedeutender, wie z. B. bei den Florentiner Palästen, so können auch die Consolen als Binder nach Fig. 689 durch die ganze Stärke der Mauer gehen, die Hängeplatte ruht in diesem Falle darauf als Läuferstein und ragt nur wenig in die Mauer.

Beim Rohziegelbau muß man im Gegensatze zum Haussteinbau Gesimsausladungen durch allmäliges Ueberkragen herstellen. Man verfährt daher in der Weise, daß man auf einem durchlaufenden etwa dreizölligen Fußgesims, Consolen c c Fig. 690 bis 692 in Ziegeln verbandmäßig vormauert, etwa 6—7 Schichten hoch $^1/_2$ Stein stark und etwa 40^{zm} von Mitte zu Mitte entfernt. Diesen Consolen giebt man etwa 23^{zm} Ausladung und überdeckt sie im Läuferverband mit 39^{zm} lan-

gen Simsziegeln, die etwa 5 zm ausladen; hierüber legt man eine, noch 10 zm weiter ausladende Streckerschicht für die oberste Hängeplatte, und wenn dieser stärker werden soll, noch eine oder zwei Dachziegelschichten, worauf die Schichten für die Rinnleisten folgen. Die Consolen kann man mit kleinen Kehlungen (Riefeln) putzen und ihnen einen kleinen verzierten Kopf und Fuß und an den Seitenflächen eine Arabeskenverzierung geben. Aller Putz muß sehr sorgfältig ausgeführt und mit Oel- oder Wachsfarbe gestrichen werden. Da man an den Ecken nach der Diagonale keine Consolen vorkragt, so kommt man hier ohne Eisenunterstützung und Aufmauerung im Innern nicht fort, oder man muß sehr große Steinplatten haben. Die übrigen noch angebrachten Gesimsanker haben nicht, wie bei Fig. 678 bis 681 den Zweck die Hängeplatte zu tragen, sondern wie alle Balkenanker nur den Zweck, das Gesimsmauerwerk nach Innen zu ziehen; g h sind kleine Nischen; i kleine Fenster zur Beleuchtung und Lüftung des Bodenraumes; k ist der Sparren.

Fig. 689.

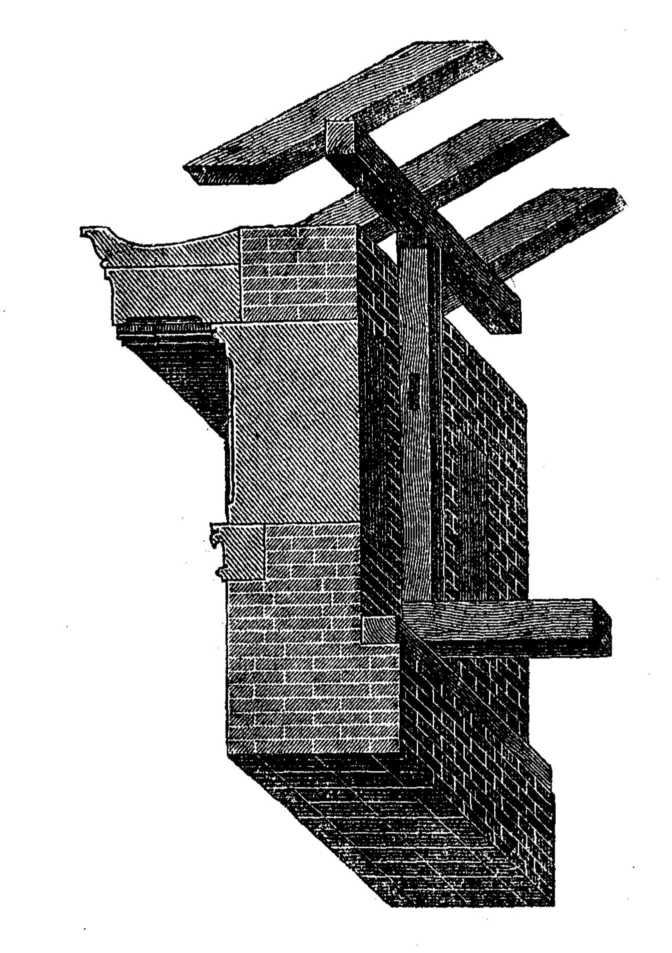


Fig. 690.

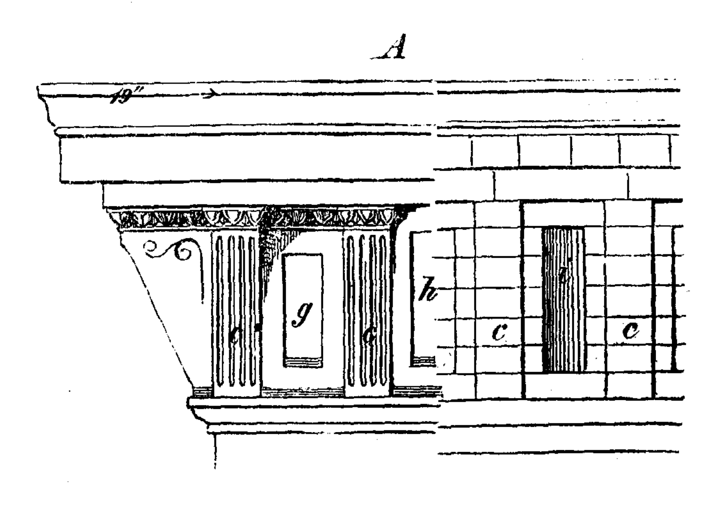


Fig. 691.

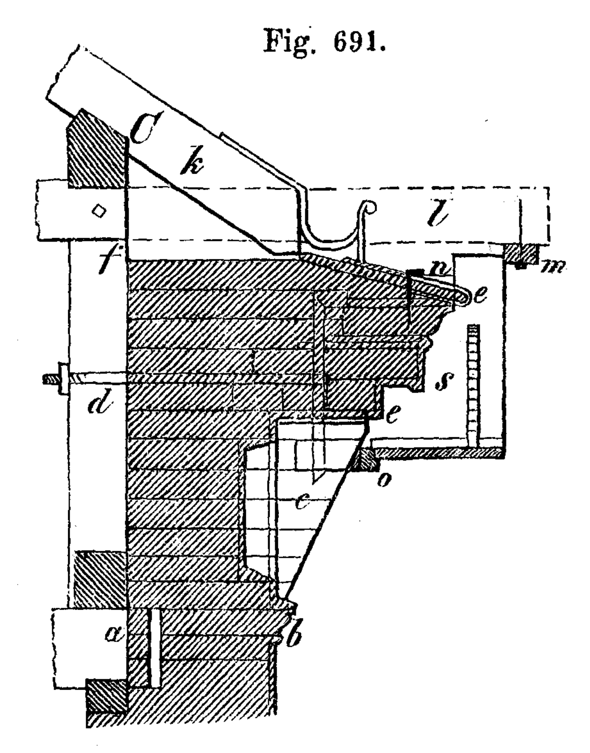


Fig. 692.

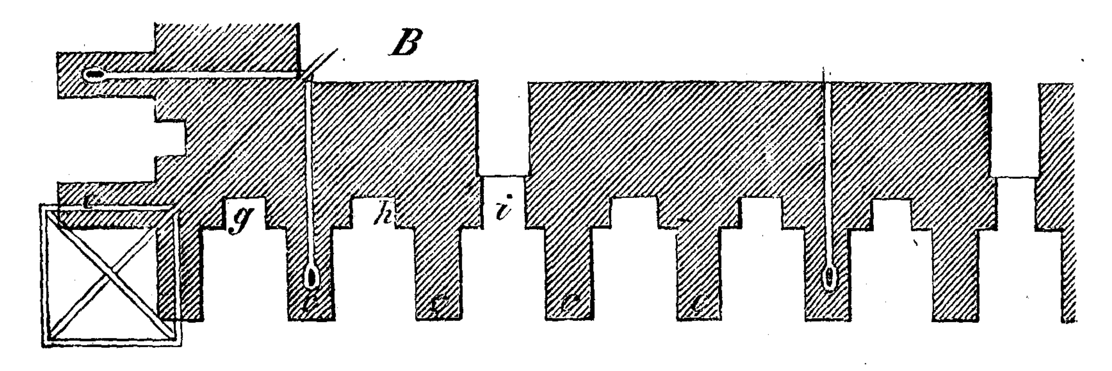


Fig. 693 zeigt ein Gesims zu einem Rohbau, welches aus Form- steinen gebaut ist. Es darf hierbei die Ausladung nicht so groß sei als bei den Sandsteingesimsen und muß man darauf achten, daß di vorstehenden Steine ordentlich unterstützt sind. Besser ist es, die hohle Gesimssteine unausgemauert zu lassen, nicht sie wie in Fig. 69 vollkommen auszufüllen. Einmal wird dann der übertretende Thei leichter; namentlich aber können die Hohlsteine nicht durch Quellen de inneren Masse auseinandergetrieben werden, was häufig bei de vollen Ausmauerung vorgekommen ist, z. B. bei der neuen Univer sität zu Königsberg i. Pr.

Auf diese Weise hat man 47—49^{zm} Simsausladung erreich

Nächst der gehörigen Anfertigung der Gesimse muß man d durch für ihre Erhaltung sorgen, daß die unterste Schicht Dachstei

Fig. 693.

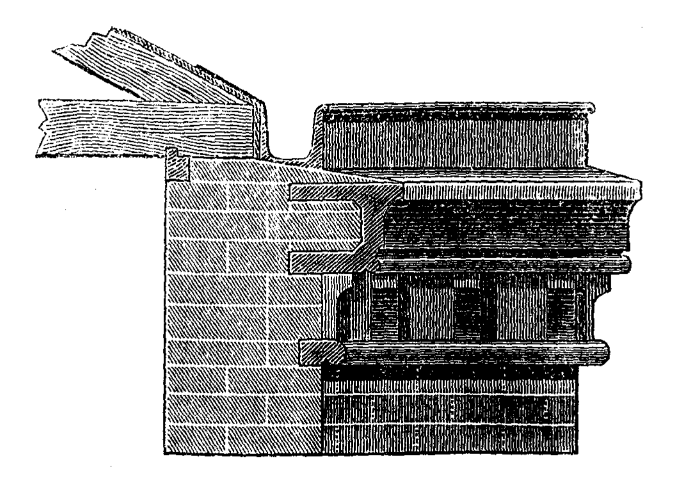


Fig. 694.

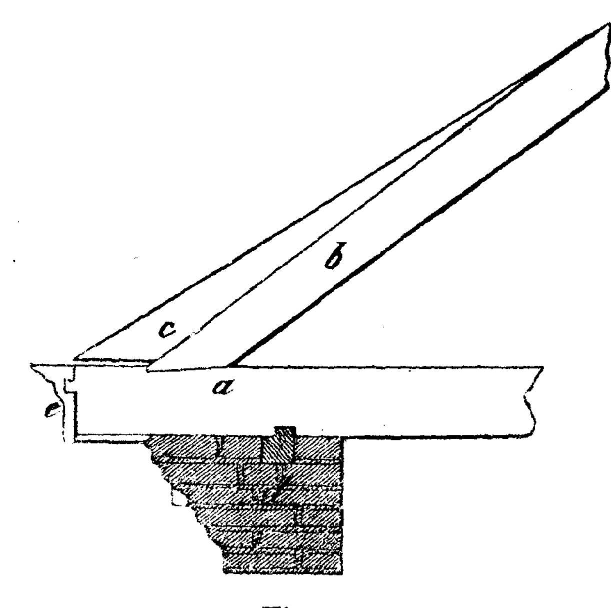
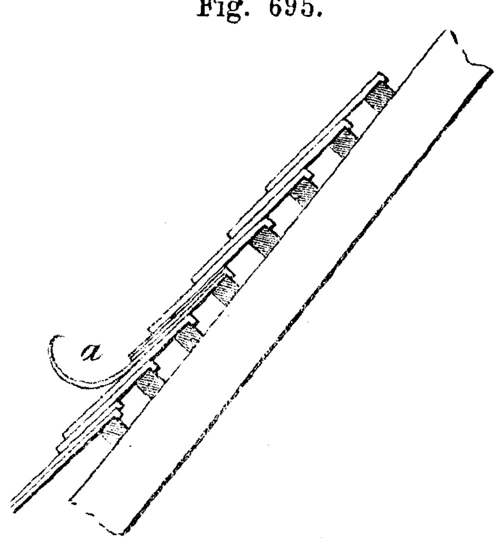


Fig. 695.



die Vorderkante des Gesimses etwa um 13 zm überrage, wenn keine Dachrinne angelegt wird. Um dies zu bewirken muß der Abschiebling (Knagge, Aufstreicher) höchstens 15 zm mit seiner Unterkante von der Vorderkante des Gesimses zurückstehen, etwa wie in Fig. 694 der Aufschiebling c. Auch darf der Aufschiebling c niemals das Gesims berühren, sondern muß mindestens $1-2^1/_2$ zm der Höhe nach davon entfernt bleiben, damit, wenn der Aufstreicher sich etwas senkt, wie immer geschieht, ein massives Gesims nicht herabgedrückt werde.

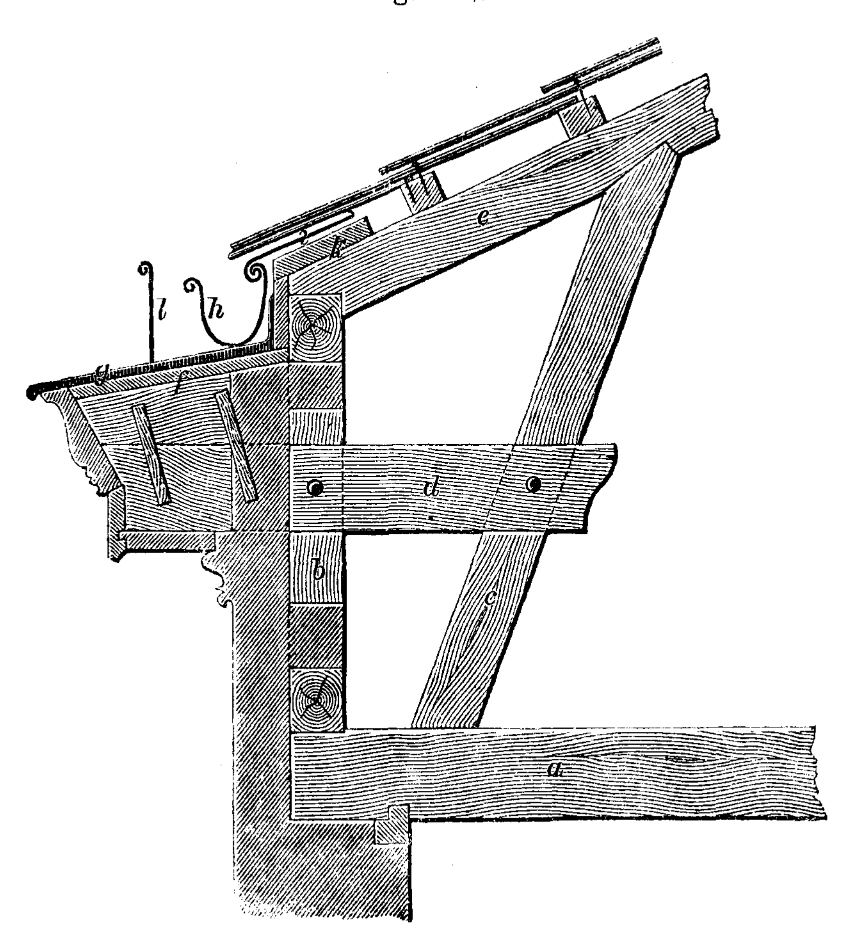
Die erste Latte bei den Aufschieblingen kommt bei jeder Art von Bedachung dahin, wohin die Nase des Dachsteins reicht, wenn man ihn so anhält, daß er 13 zm über die vordere Gesimskante übersteht. Mehr dürfen die Dachsteine nicht überstehen, da sie sonst namentlich durch Schneelast und Sturm abgebrochen werden konnen.

3) Anbringung der Dachrinnen. Früher wurden die Dachrinnen (von Zink- oder Kupferblech) so angebracht, daß

sie am oberen Theile eines Hauptgesimses frei vorhängend entweder nur nach einer Seite, oder von der Mitte aus nach beiden Seiten hin sich neigen und in den Abfallröhren von Weißblech das in ihnen zusammenfließende Regenwasser ausgießen. Diese Art kann höchstens für ganz gewöhnliche Gebäude als passend gelten, indem nicht nur durch die nothwendige schräge Lage der Rinne, sondern auch dadurch, daß sie fast das ganze Gesims bedeckt, ein großer Uebelstand für das gute Aussehen des Gebäudes entsteht. Sie müßte deshalb bei besseren Gebäuden nie in dieser Art angebracht werden.

Eine zweite Art die Dachrinnen zu legen, ist in Fig. 695 vorgestellt, aber nur für steile Dächer passend. Um die Rinne nicht vor das Gesims zu bringen, legt man sie einige Steinschichten höher hinauf auf das Dach selbst, bei a. Hieraus aber entstehen folgende Nachtheile: Vermöge der schrägen Lage, welche die Rinne haben muß, durchschneidet sie die Dachsteinschichten in schräger Richtung, woraus Verhau der Steine und Schwierigkeiten in der Eindeckung entstehen, die fast immer damit endigen, daß es an solchen Rinnen einregnet.

Fig. 696.



Ferner hat die Verbindung solcher Rinnen mit den Abfallröhren Schwierigkeiten, so daß man besser thut, auch diese Art nicht zu wählen.

Eine mustergiltige Rinnenanlage auf einem Holzgesimse ist in Fig. 696 dargestellt.

a bezeichnet den Balken, b den Drempelstiel, c die kleine Stebe, d die Zange, welche hier gleich als Gesimsknagge benutzt ist, e den Sparren des Dachstuhls. Platte und Sima (Oberglied) des Hauptgesimses bestehen aus Brettern, die Unterglieder desselben sind gemauert. Die Schalung f ist mit der Abdeckung g in Zinkblech versehen, welche sich hinten aufkantet, die Rinne h wird durch Rinneneisen befestigt und hängt in der Ueberdeckung i, welche auf dem Traufbrette k ruht. Ist das Dach mit Schiefer oder Ziegeln eingedeckt, so ragen dieselben 8—10^{zm} in die Rinne hinein. Metalldächer schließen sich direct an die Ueberdeckung i an. Wird hier die Rinne schadhaft, worauf man wegen der fortwährenden Einwirkung der Temperaturveränderungen und der Nässe rechnen muß, so läuft das Wasser auf der Abdeckung g ab, ohne dem Gebäude irgend Schaden zu thun.

Bei massiven Gesimsen ist die Anlage ganz ähnlich, nur wird die Abdeckung g dann auf eingemauerten Dübeln zu befestigen sein.

Ferner kann man die Rinne auch durch eine Attika von Zink l, welche durch besondere Eisen gehalten wird, verkleiden.

Ist es nach der Façade nothwendig, die Rinne hinter einer gemauerten Attika oder hinter Zinnen anzubringen, so muß man Sicherheitsröhren anlegen, durch die das Wasser entweichen kann, sobald die Rinne undicht ist, oder man muß letztere so frei in den Dachraum hineinlegen, daß man von da aus bald jeden Schaden merken und repariren kann.

Die Verbindung der Dachrinnen mit den Abfallröhren geschieht durch Röhren, welche durch die Mauer resp. das Gesims durchgestemmt werden.

Zehnte Abtheilung.

Die Fußböden in Stein und Gußmassen.

---

§. 89. Die Fußböden von Steinplatten.

Man bedient sich hierzu der gebrannten Mauersteine (Ziegel), auch besonders zu diesem Zweck gebrannter Mauersteinplatten (Fliesen), ferner der Platten von allerlei Steinarten. Sandstein läuft sich schnell ab, wenn er zu weich ist; ebenso loser Kalkstein und Schiefer. Am dauerhaftesten sind Granit- und Marmorplatten. Was die Anfertigung solcher Pflasterungen betrifft, so wird dieselbe auf dreierlei Art ausgeführt.

1) Die einfachste Art ist, wenn man auf den Fußboden, worauf die Pflasterung zu liegen kommen soll, blos eine Ausfüllung von reinem Sande 15^{zm} etwa hoch macht, hierauf die Lehrziegel in 1,2 bis 2,9^{m} Entfernung mit Richtscheit und Setzwage einwiegt (oder nach der Schnur pflastert) und die Steine oder Fliesen blos so eng wie möglich aneinander schiebt und nach dem Richtscheit in Sand legt. Man nennt dies Verfahren eine in Sand gelegte Pflasterung und wendet sie nur bei Kellern ꝛc. an.

2) Eine andere Art Fußboden entsteht, wenn man auf dieselbe Sandauffüllung die Steine oder Fliesen wie vorhin legt, die Fugen aber mit Kalk ausgießt (besser ist es jedoch, die Stoßfuge gleich beim Verlegen zu geben). Man nennt dies eine Pflasterung mit ausgegossenen Fugen.

Hierbei dringt die Näße, wenn z. B. der Fußboden gescheuert wird, nicht so leicht zwischen die Steine.

3) Die beste Art dieser Fußböden besteht darin, daß man auf die erwähnte Sandschüttung die Steine ganz in Kalk legt und demnach vollkommen aneinander mauert, auch unterhalb ihnen Kalk giebt. Man nennt dies eine ganz in Kalk gelegte Pflasterung.

Bei Mauersteinpflaster mit gewöhnlichen Ziegeln hat man noch folgende zwei Arten der Anordnung außerdem zu unterscheiden; entweder man legt die Steine auf die flache Seite, alsdann entsteht

eine Pflasterung, entweder flach in Sand, oder flach mit ausgegossenen Fugen, oder flach in Kalk gelegt; oder man legt die Ziegel hochkantig, wo alsdann für hochkantige Pflaster dieselben verschiedenen Arten sich ergeben.

Ein flaches Mauersteinpflaster läuft sich schneller ab, als ein hochkantiges, läßt sich aber leichter herausnehmen bei Reparaturen. Die ganz in Kalk gelegten Pflasterungen lassen sich schwer herausnehmen, und man muß bei Reparaturen um einer schadhaften Stelle willen viele Steine herausnehmen, wovon auch in der Regel nicht wenige zerbrochen werden.

Wo die Steine einen starken Druck auszuhalten haben, wie in Pferdeställen, bei Brau- und Brennereien, bei Durchfahrten, Mehl- oder Salzmagazinen, wo mit schweren Gegenständen (Fässern 2c.) darauf herumgerollt 2c. wird, muß man stets hochkantige Pflasterungen machen.

Es versteht sich wohl von selbst, daß man mürbe Ziegel zu Pflasterungen nicht brauchen kann, sie müssen im Gegentheil so scharf als möglich gebrannt sein und man muß dazu die besten und härtesten aussuchen, besonders wenn sie an feuchten Orten, wie in Kellern, Küchen 2c. liegen.

Eine vorzügliche Art Ziegelpflaster liefern die holländischen Klinker. Sie werden aus einer sehr thonhaltigen Masse scharf gebrannt, sind von hellgelber Farbe und werden gewöhnlich nur 21^{zm} lang, 10^{zm} breit und 5^{zm} hoch gemacht. Wegen ihres kleinen Formates pflastert man sie selten auf die flache Seite, sondern meistens hochkantig.

Anstatt der Mauersteine bedient man sich auch, wie erwähnt, der gebrannten oder Sandstein-Fliesen, sie werden von verschiedener Größe und Form 5 und 8^{zm} stark gebrannt.

Wo ein Wasserabfluß beabsichtigt wird, müssen die Pflasterungen geneigt angeordnet werden, so daß sich Abzugsrinnen bilden. Dies ist also namentlich nöthig für Waschküchen, Färbereien, Ställe, Abdeckungen und Brückengewölbe. Bei den letzteren sucht man außer der Anwendung von Cement zum Pflaster einen noch größeren Schutz gegen Nässe durch Ueberziehen des Pflasters mit Asphalt zu erreichen.

Bei aufgefülltem Boden ist es, um Senkungen zu vermeiden, selbst bei Anwendung einer Rollschichtpflasterung, sehr zu empfehlen, erst eine bis 30^{zm} starke Sandlage, darüber entweder eine 10^{zm} starke Bétonschicht oder eine Schicht kleiner Steine oder Kies aufzubringen, dieselbe mit hydraulisch gemachtem Mörtel (Kalk mit Steinkohlenasche, Ziegelmehl) zu übergießen, festzurammen (Knagg- oder Rammbéton) und darauf zu pflastern.

Fig. 697 ist ein Theil von einem, auf die hohe Kante der Steine gepflasterten Fußboden. Fig. 698 stellt eine Pflasterung im Läuferverbande, Fig. 699 im Blockverbande und Fig. 700 im Schlangenverbande vor. Die Figuren 701 und 702 geben Zeichnungen von verschiedenfarbigen Fliesen, welche immer viel besser aussehen, als die

Fig. 697.

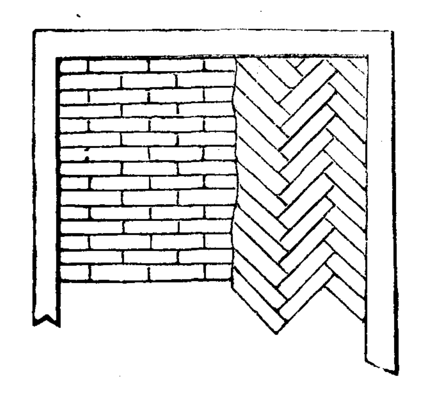


Fig. 698.

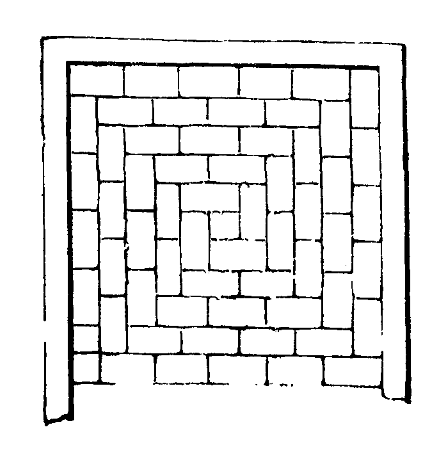


Fig. 699.

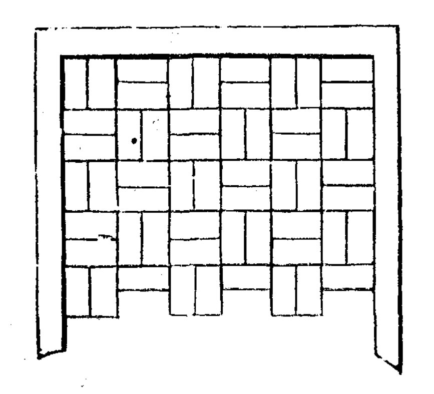


Fig. 700.

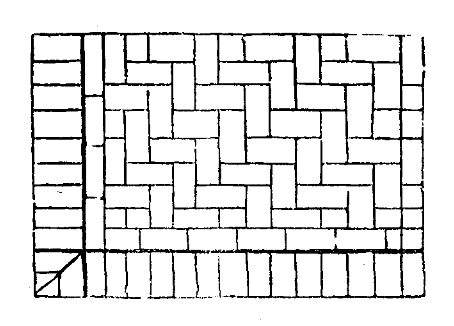


Fig. 701.

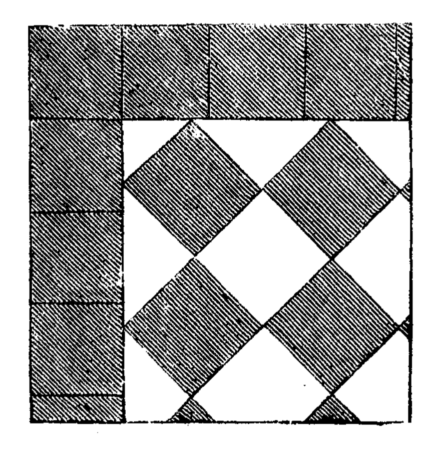
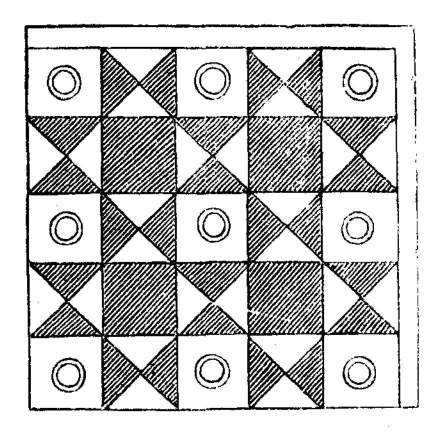


Fig. 702.



gewöhnlichen Mauersteinpflasterungen. Sind es gebrannte Mauersteinfliesen, so ist zu bemerken, daß ein Fliesenpflaster weniger Fugen hat, als ein anderes, allein wenn die Steine nicht von besonderer Güte und hinlänglicher Dicke sind, so sind sie wegen ihrer größeren Fläche auch leichter zerbrechlich als die Mauersteine. Anstatt des Pflasters auf hoher Kante wird auch ein doppeltes Pflaster von flachen Steinen gefertigt. Bei Anwendung schwacher Fliesen legt man bisweilen ein Mauersteinpflaster unter.

Mit sechseckigen Fliesen lassen sich jedenfalls verschiedene Muster herstellen, indem man die Fliesen entweder so aneinanderreiht, daß außer den Randdreiecken der ganze übrige Raum durch Sechsecke ausgefüllt wird, oder so, daß in der Mitte, wo vier Fliesen zusammenstoßen, eine Raute bleibt, zu der man ein anderes gefärbtes Material (Schiefer) nehmen kann. Bei Pflasterungen mit achteckigen Fliesen bleibt da, wo vier Fliesen zusammenstoßen, ein Quadrat. Zum Pflastern schwacher Fliesen eignet sich, statt des Mauerhammers, ein Schlägel von Holz besser, der bei etwa 30^{zm} Länge, 13^{zm} Durchmesser und in der Mitte einen Hammerstiel hat.

§. 90. Estriche.

Estriche sind Fußböden, die aus einer anfangs weichen Masse (Lehm, Gyps, Kalk, Asphalt ꝛc.) hergestellt werden, welche später eine gleichartige harte Fläche ohne Fugen bildet.

1) Gypsestrich. Es ist bekannt, daß in den südlichen Gegenden, wie z. B. in Frankreich, Italien, durchweg nur Fußböden von Gypsestrich in Gebrauch sind; aber auch in Thüringen, an der Saale, im Harz findet man sie häufig.

In unseren nördlichen Gegenden ist der Estrichgyps als Fußboden überall unter Bedachung anwendbar, so auch für Veranden, die unter Dach, und sonst offen liegen.

Der Estrich-Gyps ist somit überall zweckentsprechend, wo man Cement- resp. Asphalt-Fußböden unter Bedachung legt und wo diese letzteren Böden wegen ihrer kältenden Eigenschaften event. überhaupt nicht beliebt sind; der Gypsboden ist im Winter wärmer, im Sommer doch kühlend, da er etwas Wasser anzieht und dasselbe nach und nach wieder abgiebt, wodurch er die Temperatur besser ausgleicht.

Hufe beschlagener Pferde, Stöße schwerer Maschinentheile ꝛc. hält der Estrichboden ebensowenig auf die Dauer aus, wie der Cement oder Asphalt, jedoch sind etwaige Reparaturen mit ganz wenigen Kosten

herzustellen, wenn die beschädigten Stellen aufgehauen, genäßt und mit neuer Masse ausgestrichen werden.

Ein Hauptvorzug der Gypsestriche ist ihre Billigkeit, dieselben sind schon an sich nicht so theuer als Cement- oder gar Asphaltbelag, bedürfen aber vorweg als Unterlage keiner Mauersteine; letztere besteht aus Sand, event. auch Bauschutt oder Lehm, erfordert aber immer eine Schicht von circa 0,02^{m} Sand, auf welche die Masse zu gießen ist; schon vorhandene andere Bodenbeläge können da liegen bleiben, wo die durch Ueberguß bedingte Erhöhung von ca. 0,05^{m} zulässig ist.

Die Böden von Gypsestrich werden fast cementhart, halten sich trocken, sind feuersicher und ohne alle Fugen, so daß sich Mäuse und sonstiges Ungeziefer nicht darin halten können. Sie eignen sich daher zu ländlichen Gebäuden, zu Fußböden für Speise- und Vorrathskammern 2c. In den Kellern mit Gypsestrich halten sich namentlich Kartoffeln, Gemüse, Rüben 2c. stets gut, ohne daß das Grundwasser den Gypsestrich schädigen kann.

Bei der jetzigen Methode, die Kornböden zwischen Eisenbahnschienen zu wölben, giebt es keine billigere vortheilhaftere Bodendecke als Gypsestrich, derselbe kühlt, entzieht dem Korn Feuchtigkeit und schließt Mäuse, Holz- wie Kornwürmer aus; ein vorschriftsmäßig gelegter Kornboden gleicht einer gelblichen Marmorplatte, spiegelblank, staubfrei, feuersicher, fugenlos; die Sackwagen, Schaufeln greifen ihn niemals an; — wenn Korn- oder sonstige große Böden auf Holzbalken mit Brettern durch Estrich überdeckt werden sollen, so könnte möglicherweise, wenn sich das Gebäude zieht, nach längerer Zeit ein Riß entstehen, der selbstverständlich ganz unwesentlich bleibt.

Scheunenfächer zur Lagerung von Garben, Heu, hiermit abgedeckt, gewähren obige Vortheile, außerdem aber Sauberkeit, weil das Ausfallkorn, Heusaamen 2c. rein liegen bleiben; da diese Bedeckung wenig haltbar zu sein braucht, so kann selbige dünn sein, auch durch 1 Theil Sandzusatz ganz billig hergestellt werden.

Scheunen, resp. Dreschdielen bedürfen einer stärkeren Estrichlage; alte Lehmdielen können neu mit Estrich überlegt werden; bei langen Scheunen empfiehlt es sich, etwa in der Mitte versuchsweise eine Section einzulegen; die zum Dreschen groß genug ist; auf solchen Gypsdielen gleiten die Pferde keineswegs aus, das Dreschen schlägt keine Löcher und die Körner werden ebensowenig breitgeschlagen als auf Lehmdielen.

Dagegen ist auch hier der Vortheil der Reinlichkeit und Dauerhaftigkeit, das Stäuben der Lehmdielen fällt fort, und sollten nach Jahren durch Fall schwerer Körper einmal Stellen reparaturbedürftig werden, so ist die Besserung durch Ausgießen mit neuem Material weder umständlich noch kostspielig.

Für feinere Dielungen: also in Kirchen, Grabkapellen, herrschaftlichen Vorplätzen läßt sich der Estrich bunt gefärbt herstellen, sowie sich auch farbige Friese sehr hübsch einlegen lassen. Werden dergleichen Böden mit Firnißanstrich versehen, so treten die Farben derselben stets intensiv hervor.

Das Oelen ist dem Estrich nützlich, starke Säuren wie Vitriol rc. greifen ihn nur wenig an, Lauge oder selbst Seifensteinlösung sind nicht allein unschädlich, sondern wirken sogar erhärtend.

Das Verfahren beim Legen der Estrichböden erfordert:

1. eine feste Unterlage, welche am besten aus Lehm oder Bauschutt, weniger zweckmäßig aus Sand oder Kies hergestellt, gut genäßt, festgestampft und geebnet wird.

2. Latten, welche den Rahmen bilden in den der Gypsbrei gegossen wird. Dieselben nimmt man 3^{m} lang und so dick, wie die Stärke des Bodens werden soll; für gewöhnliche Böden nimmt man 0,03^{m}, für Scheunendielen 0,04^{m} Stärke. Die Breite der Latten nimmt man zu 0,06—0,07^{m}, und nur für die an die Wände kommenden Stücke zu höchstens 0,03^{m} an. Diejenigen Seiten, welche mit dem Gypsbrei in Berührung kommen, werden behobelt und nach Fig. 703 konisch bearbeitet, damit sie besser gelöst werden können.

3. Dichte Kasten zum Anrühren der Masse; die leichten gewöhnlichen Maurerkasten genügen nöthigenfalls; für größere Arbeiten ist es besser, die Kasten nach Fig. 704 zu construiren.

4. Patschhölzer von Buchen- oder Akazienholz nach Fig. 5.

5. Glättkellen von Stahl nach Fig. 705, welche den gewöhnlichen Zungenkellen ähnlich sein können, aber ein etwas breiteres Blatt besitzen und rostfrei sein müssen.

Die obere Deckschicht der Unterlage, auf welche der Gypsbrei

Fig. 703.

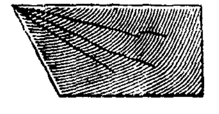


Fig. 704.

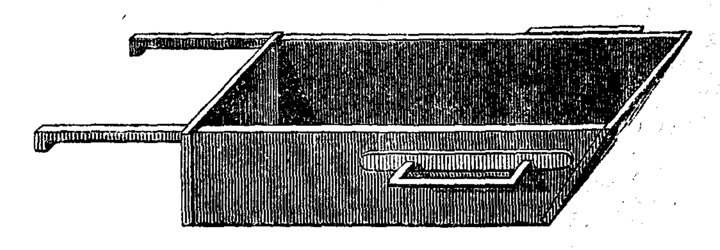
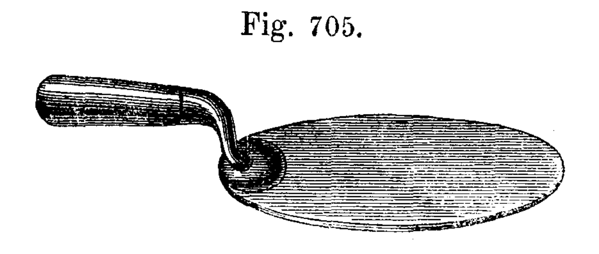


Fig. 705.



gegossen werden soll, muß immer aus einer 0,015—0,02^{m} starken Sandschicht bestehen, welche dazu dient, daß sich die Gypsdecke auf der Sandschicht frei dehnen und zusammen ziehen kann. Auch diese Schicht wird geebnet und sehr stark eingenäßt, damit sie sich beim Aufgießen durchaus nicht fortschieben oder spülen läßt. Es wird nun an die Gebäudewände nach Fig. 706 die Lehrlatte a gelegt, zwischen welche in 0,6^{m} Entfernung Zwischenlatten b geschoben werden, welche den zum Gießen nöthigen Rahmen bilden.

Das Gießen des Estrichs geschieht in folgender Weise: der Kasten wird dicht an die Latte b gesetzt, dann werden 2 bis 3 Eimer Wasser in denselben eingegossen, und nun der Gyps mit zwei Händen immer dort eingestreut, wo Wasser ist, so lange, bis das ganze Wasser bedeckt ist und auf der Oberfläche so eben der weiße Gyps beginnt liegen zu bleiben. Sand wird zu dem Estrich nicht zugesetzt!

Fig. 706.

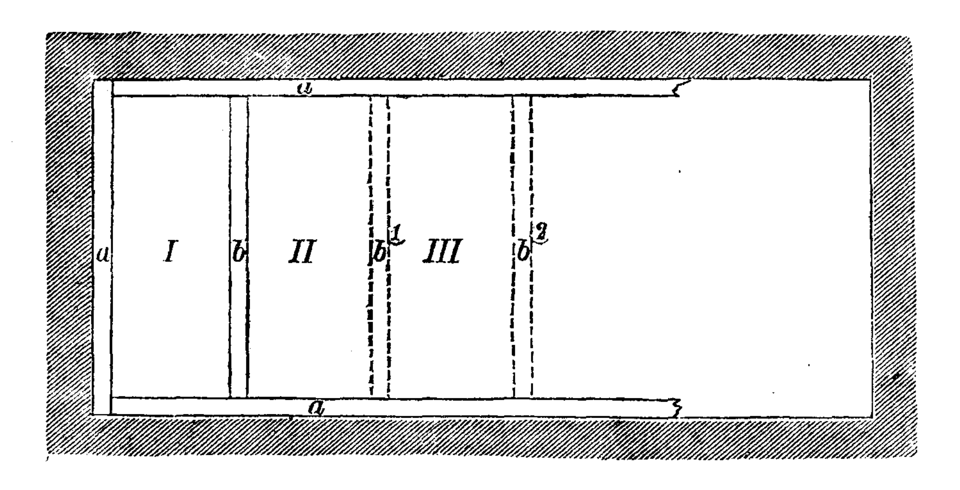
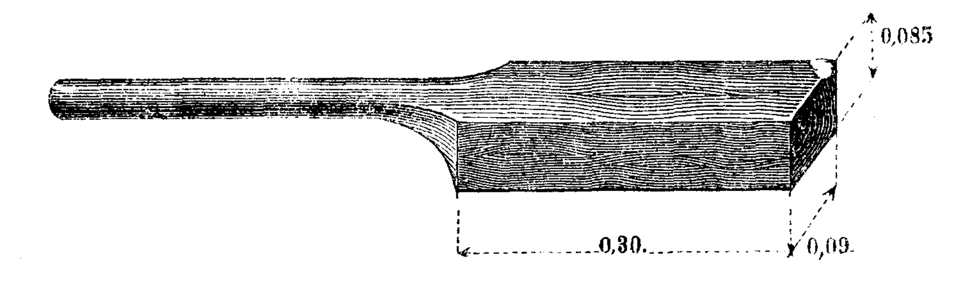


Fig. 707.



Die Masse wird nun klar gerührt, ausgegossen (wobei der Kasten zu reinigen ist) und mit einem stets sauberen Richtscheid von einem Ende an, zwischen der Form sorgfältig glatt gestrichen. Wenn der Rahmen Nr. I voll ist, wird die Latte b gelöst und $0{,}6^{m}$ weiter nach b gelegt; die zuerst gegossene Platte I bildet nun die Lehre und der Rahmen Nr. II wird jetzt ebenso behandelt und fertig gegossen.

Die Latte pflegt sich nach $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden zu lösen und dann muß auch gleich die Wandlatte, an der der Gyps schon liegt, aufgenommen werden. Alle Latten werden genäßt erhalten und darf kein abgebundenes Material daran haften.

Das Klopfen (Patschen) des Estrichs muß stets rechtzeitig geschehen, gleichgültig ob Tag oder Nacht, sobald am Patschholz beim Schlagen kein Gyps mehr haftet, ist es Zeit; wenn der Boden dem Fingerdruck nur noch schwer nachgiebt, ist es fast zu spät, und trägt der Boden den Mann noch nicht, so wird noch 1 Stunde gewartet. Geklopft wird mit dem Patschholz mit losen platten Schlägen, welche besonders bei den Stoßfugen sehr sorgfältig und vorsichtig erfolgen müssen. Der Arbeiter hat ein kurzes Richtscheid zur Hand, wodurch er sieht, ob Buckel oder Senkungen vorhanden sind, welche durch Klopfen entfernt werden müssen. Zwei Stunden nach dem ersten Klopfen wird nochmals lose geklopft und gleich dabei mit der Zungenkelle nach dem Richtscheid geglättet; geklopft wird nun nicht mehr, aber geglättet noch mehrere Male, so lange der Boden noch Schweiß hergiebt und bis die verlangte Bodenglätte erzielt ist. Der Arbeiter hat beim Klopfen und Glätten ein Polster von Säcken unter den Knieen.

Ein sauber hergestellter Estrichboden muß einer Marmorplatte ohne alle Fugen, Buckel oder Vertiefungen gleichen.

Neues Wasser darf beim Glätten nicht mehr gebraucht werden, sondern der Boden muß im eigenen Schweiße geschmeidig sein.

Direkter Sonnenschein oder heiße Zugluft während des Trocknens sind dem Estrich schädlich, und hilft man sich bei starker Hitze durch Ueberdecken von Säcken, Stroh, Tannennadeln oder mit einer $0{,}09^{m}$ hohen Sandschicht. Am härtesten wird der Boden bei langsamem Trocknen.

Sind Säulen oder Pfeiler im Raume, so müssen diese ebenso wie die Wände mit Wandlatten versehen werden. Da sich der Gypsboden, so lange er frisch ist, häufig zur Seite drängt oder sich selber

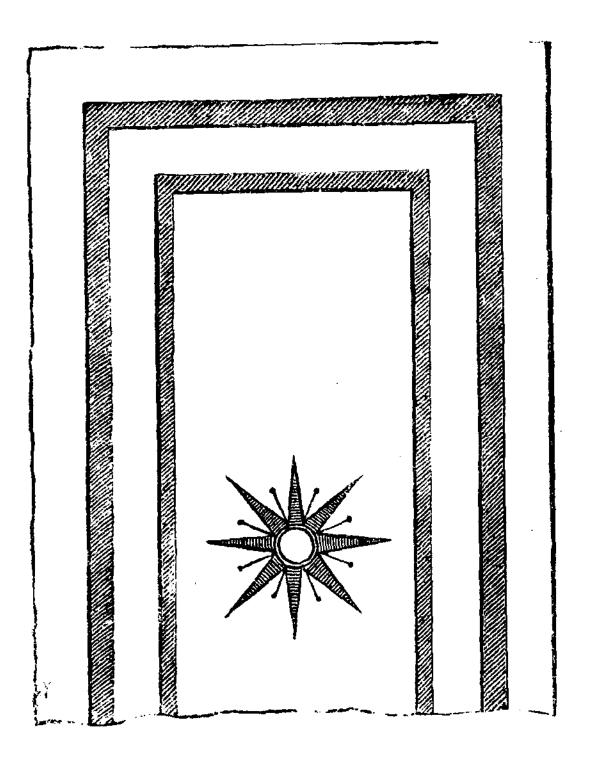
aufbäumt und Blasen bildet, darf der freie Raum an den Wänden, Säulen, Pfeilern u. s. w. erst nach circa 4 bis 6 Wochen gefüllt werden, nachdem die Bewegungen des Gypses ganz aufgehört haben und nimmt man hierzu 1 Theil Gyps auf 1 Theil Sand, wozu man auch etwas Farbe beimischen kann. Das Betreten des Gypsestrichs kann schon nach 3 bis 5 Tagen erfolgen, da die weiße Farbe desselben jedoch leicht schmutzt, so schützt man ihn so lange als thunlich durch eine Lage von Sand, Stroh oder Tannennadeln, namentlich wenn noch Töpfer, Maler, Tischler 2c. in den mit Gypsestrich versehenen Räumen zu arbeiten haben.

Zum Färben des Gypsestrichs dienen, wenn man denselben schwarz und grau färben will: Frankfurter Mineralschwarz; 2. für eine gelbe Farbe Auripigment, gebrannter Ocker; 3. für rothe Färbung englisch Roth, caput mortuum; 4. für braune Grundfarbe Umbra, auch eine Mischung von Schwarz mit caput mortuum; 5. für blaue Färbung künstl. Ultramarin, Indigo und 6. für grüne Färbung grüne Erde; gesättigte Lösung von Cyper-Vitriol statt Wasser.

Die Oelanstriche des Estrichs können 4 bis 6 Wochen nach der vollständigen Herstellung desselben begonnen werden.

Im neuen Museum zu Berlin wurden auch dergleichen Gypsestriche gelegt, nur zierlicher. Man verfuhr im Ganzen eben so, wie beschrieben. Unter die unteren Gewölbe wurde erst die gewöhnliche Auffüllung von trockener Erde geschüttet, hierauf wurde eine Unterlage etwa 2 zm hoch von trockenem reinem Sande gelegt. Auf diesen wurde der Gyps etwas dick aufgetragen und geschlagen. Es kommt hierbei besonders darauf an, denjenigen Zeitraum abzupassen, wenn der Gyps anfängt zu binden; verfehlt man dies, so geräth der Estrich nicht. Um diesem Fußboden ein gefälligeres Ansehen zu geben, wurden farbige Streifen und in der Mitte der Felder Verzierungen angebracht, etwa wie Fig. 708 zeigt. Die Streifen wurden auf folgende Art gemacht. Die dazu erforderliche Gypsmasse wurde beliebig gefärbt. Wo die Streifen hinkommen sollten, legte man 3 zm starke Leisten, so breit wie die Streifen werden sollten. Eben so schnitt man die in der Mitte befindliche Verzierung aus 3 zm Brettern aus, und legte sie, bevor der Guß begann, oben auf die wagerecht abgeglichene Sandschicht. Alsdann wurde der Guß der ganzen Felder begonnen, die Leisten aber blieben liegen. Wenn der Guß halb trocken war, wurden die Leisten und die in Holz geschnittene Verzierung herausgenommen, wodurch diese Formen leere Räume zeigten,

Fig. 708.



.nd diese wurden dann mit
er farbigen Gypsmasse
ollgegossen. Wenn auch der
.rbige Gyps angezogen hatte,
)urde das Ganze geschlagen,
ierauf, nachdem der Estrich
:rocken war, jede Unebenheit
.it gewöhnlichen Tischlerho-
'eln abgehobelt, und alsdann
.it heißem Leinöl dreimal
|eträukt. Damit des Oel bes-
er einziehe, werden flache ei-
erne Blechkasten mit glühen-
'en Kohlen gefüllt und in
;eringer Entfernung über den
Fußboden gehalten. Ist die
Tränkung mit Oel geschehen,
o werden die Estriche mit
Blutstein polirt. Dergleichen
Fußboden werden sehr fest und man kann sie in verschiedenen Far-
'en, ganz mosaikartig, ausführen.

In bewohnten Räumen sind sie jedoch für unser Klima zu kalt
ınd können nur zu solchen Zimmern verwendet werden, welche man
.usnahmsweise braucht, dagegen eignen sie sich sehr zu Hausfluren ꝛc.

Es werden auch massive Decken aus Gyps construirt, und
'erfährt man hierbei wie folgt:

Man nimmt I-Schienen, die in Entfernungen von 0,6—1^{m} auf
'ie Mauer gelegt werden und einzelne mit den Rähmen verbunden.
Alsdann wird durch Anbringen von 2^{zm} starken quadratischen Eisen-
täben, die am Ende abgebogen sind, ein Netz gebildet; über diesem
iegen parallel zu den I-Schienen dünne Eisenstangen oder auch Holz-
atten.

Das so vorgerichtete Gitterwerk wird mit Gyps und Steinbrocken
ıusgegossen. Eine solche Decke hat ca. 21^{zm} Stärke, während höl-
erne nicht gut unter 35^{zm} construirt werden können. Auf der Aus-
tellung in Paris 1867 waren Deckenconstructionen von Camuzat
ıusgestellt unter dem Namen Holzgatter-Decken. Diese Decken sind
wischen den Traversen aus sechseckigen, aneinandergereihten kleinen

Gypsprismen gebildet, die im Innern hohl sind. Dieselben sind wie folgt hergestellt worden:

Zuerst wird von unten durch Bretter, auf denen Blechtafeln mit ausgeschnittenen Löchern liegen, eine provisorische Verschaalung hergestellt, die durch bewegliche Gerüste leicht gehoben und gesenkt werden kann. Sechseckige Holzprismen passen mit einem Zapfen in die Löcher, und nachdem diese eingesetzt sind, werden die Zwischenräume mit Gyps ausgegossen. Die fertigen, aber noch offenen Zellen werden alsdann mit Gypsplatten belegt, auf welche der Fußboden zu liegen kommt. Die kleinen Löcher der Grundfläche befördern das Austrocknen und sind zur Befestigung des herzustellenden Plafonds von großem Vortheil.

Eine solche Decke ist nur halb so schwer als eine gewöhnliche massive Decke, leitet den Schall sehr schlecht und ist billig herzustellen.

2) Lehmestriche. Sie kommen nur in ganz untergeordneten Wohngebäuden (Kathen, Büdnerwohnungen) und bei Dreschtennen vor; sie sind wärmer als Gypsfußböden, aber nicht so warm als gedielte. Repariren lassen sie sich nicht, man muß sie dann abnehmen und neu legen.

Fetter Lehm wird, so wie er gegraben wird, mit der natürlichen Erdfeuchtigkeit angefahren und durch Schlägel, wie bei den Gypsestrichen, festgeschlagen. Eine solche Tenne wird etwa 30 zm stark. Ein Estrich in einer Stube ꝛc. 15 zm stark. Ein Estrich auf einem Dachboden 8 zm stark.

Der Lehm wird in Lagen von 8 zm Stärke aufgetragen und festgeschlagen. In Schweden erlangen die Tennen dadurch eine besondere Härte, daß man auf jede Lage frischgebrannten Gyps aufsiebt und dann die Lage festschlägt. Man vermengt den Lehm auch mit Ochsenblut und Theergalle, wenn er mager ist. Fetter Lehm, wie man ihn in den Ostseeprovinzen hat, bedarf gar keines Bindemittels weiter.

3) Mörtelestriche. Auf den geebneten Grund werden die Steine geschüttet und vollkommen festgestanpft. Dann läßt man Kalk, gleich nach dem Löschen, durch ein feines Sieb laufen, mischt zwei Theile Kies mit ein Theil Kalkpulver, und befeuchtet das Ganze mit so viel Rindsblut, als zum Festhalten des feinen Pulvers nöthig ist, je weniger je besser. Diese Mischung wird auf dem Boden ausgebreitet und sogleich gestampft, wobei sie immer angefeuchtet wird. Während dessen wird vom trockenen Gemisch (aus Sand- und Kalkpulver) zugestreut, und so lange fortgestampft, bis der Estrich steinhart ist.

Soll die Fläche sehr fein werden, so nimmt man zur nächsten
ige feingesiebten Kalk, $^1/_{10}$ Roggenmehl, etwas Rindsblut, stampft
es zum zähen Mörtel, ebnet mit der Kelle, wiederholt dies den fol-
nden Tag, und so öfter bis alles ganz trocken ist. Darauf kommt
ch ein Anstrich von Rindsblut und endlich kann man noch einen
elanstrich darauf bringen.

Das Verfahren, nach welchem an mehreren Orten Westphalens
ippstadt) Mörtelestriche gemacht werden, ist Folgendes:

Je nachdem der Erdboden fest oder weniger fest ist, wird eine
ige Schlacken (Sinnern) oder kleine Steine auf den geebneten
aum gebracht und etwas festgestampft. Hierauf werden Höhen-
ählchen in Entfernungen von etwa $1^1/_4{}^m$ geschlagen und so einge-
ogen, daß die Köpfe die Oberfläche des $4-5^{zm}$ starken Estrichs
igeben. Der zur Anwendung kommende (Synninghäuser und Ge-
ler) Kalk ist etwas hydraulisch und erhält noch 5 Theile Zuschlag.
ieser Zuschlag besteht zu gleichen Theilen aus Ziegelmehl und ge-
bten Sinnern. Zum Ziegelmehl werden die Ziegelbrocken von
ldbränden genommen, gestampft und gesiebt. Die Sinner bestehen
s den Theilen, welche beim Feldbrand durch den Rost fallen, also
s Steinkohlenasche, Schlacken und Sand; sie werden ebenfalls ge-
mpft und gesiebt. Je nach der Größe des zu fertigenden Estrichs
rden bis 14 Liter Masse, 3 Liter gelöschter Kalk mit etwa 11 Liter
ischlag gemischt. Das Mischen geschieht auf einem Bretterboden
er einem vorhandenen Plattenpflaster des Hausflurs (Deele) mit der
chaufel und Kalkhacke. Der gut durchgearbeitete Mörtel ist etwas
her als gewöhnlicher Mauermörtel und wird mit der Schippe auf-
bracht, auseinandergestrichen und geebnet. Die verbleibenden
ößeren Buckel werden mit einem eisernen Reibebrett, das 26^{zm}
ng, 13^{zm} breit und 3^{zm} stark ist und einen hölzernen Handgriff hat,
edergeschlagen. Hierauf wird die Fläche mit dem Richtscheit oder
r Kartätsche abgezogen, die Pfählchen (bisweilen) herausgezogen
d die Löcher mit Masse zugefüllt. Je nachdem der Grund mehr
er weniger feucht war und also die Masse schneller oder langsamer
zieht, wird der Fußboden entweder gleich fertig gemacht, oder im
erlauf von etwa fünf Tagen. Dazu wird die geebnete Masse mit
nem Stampfer gestampft, der gewöhnlich aus einer 18^{zm} Bohle
n $82-100\square^{zm}$ besteht, die in der Mitte einen Stiel von etwa
1^m Länge hat; nach dem jedesmaligen Stampfen wird mit dem
rhin beschriebenen Reibebrett wieder geglättet.

Je langsamer die Masse trocknet, desto fester wird sie. Ueber Gewölben oder ausgewölbten Balkenfeldern, wo es schnell trocknet, wird der Estrich gewöhnlich gleich hintereinander am ersten oder den beiden ersten Tagen fertig gemacht. Außerdem hält der Estrich um so besser je besser er gestampft und namentlich geglättet worden ist. Wo sehr viel gegangen wird, wie in Hausfluren, läuft sich der Estrich mit der Zeit aus (obwohl man darauf wie auf festem Sandstein geht). Man hat daher in solchen Fällen zur größeren Haltbarkeit dem noch feuchten Estrich unten eine dünne Lage von Cement aufgerieben und diese geglättet. Zu Durchfahrten wendet man ihn nicht an, weil der Estrich dann wenigstens 13 zm stark und auf eine Kieslage fundirt werden müßte und weil man feste Platten billig haben kann.

Am anderen Orten, wo man keine Steinkohlenasche hat, wird man mit Traß, oder mit einem Bétonmörtel aus zwei Theilen Kalk und sieben Theilen Sand, dem man ein Theil Portlandcement zusetzt einen vorzüglichen Estrich herstellen können, weil der Portlandcement sich mit Kalkmörtel verbindet und der Kalk den mageren Cementmörtel insofern verbessert, als er ihn etwas fetter und dadurch weniger krümlich macht.

Auch aus Portlandcement lassen sich dauerhafte Fußböden herstellen, dieselben müssen auf einen festen Untergrund kommen, am besten ist dazu Mauerwerk oder Ziegelsteinpflaster. Die Ziegel müssen aber ohne Mergelbestandtheile sein und müssen in Cement vermauert werden. Dieser Fußboden widersteht der Nässe und Kälte, auch der Hitze bis zu einem gewissen Grade. Die Mischung besteht aus einem Theile Cement und zwei Theilen Sand, zum äußeren Nachglätten nimmt man reinen Cement mit Wasser. Man kann den Fußboden glätten oder ungeglättet lassen, das letztere ist für die Dauerhaftigkeit besser.

Dem Portlandcementfußboden kann man auch einen dauerhaften Oelanstrich geben, er muß aber zuvor mit einer Lösung von Pottasche in verdünnten Essig oder Eisenvitriol, mit einer Bürste abgerieben werden. Das Oelen geschieht mit Doppelfirniß.

Um verzierte Fußböden aus Cement herzustellen, schneidet man mit dem Messer das gewünschte Muster aus der noch weichen Masse und füllt die erhaltenen Vertiefungen mit gefärbtem Cement. Häufig erhält man schon verzierte Platten aus Portlandcementmasse, welche wie Fliesen verlegt werden.

4) Der venetianische oder italienische Estrich (Terazzo).

Die Venetianer nennen Terazzo jenen Estrich, welcher bei ihnen zur Bedeckung der Hausflure, Fußboden, Altane 2c. angewendet wird (er ist noch eine altrömische Erfindung). Material und Arbeit bleiben in allen Fällen gleich, nur muß vor Terrassirung ebenerdiger Boden (in Venedig das alte mit Salz geschwängerte Erdreich) weggeschafft, und eine Schicht von einem für die Aufnahme des Salzes weniger empfänglichen Material gelegt werden, weshalb man gewöhnlich eine Lage von Kohlen giebt. Bei der Terrassirung der Gewölbe hat man jedoch zuerst eine Ebene von Mauerwerk, und nicht aus Mauerschutt oder Urbau herzustellen, weil letzterer sich mit der Zeit setzt und dadurch den Estrich zerreißt.

Vor allem muß bei Terrassirung der Fußboden berücksichtigt werden, daß die Unterlagsbalken von hinlänglicher Stärke sind, und so weit auseinanderliegen, als ihre Breite beträgt. Darauf werden dann Bretter der Länge der Balken nach genagelt, und will man noch größere Festigkeit erzielen, so giebt man eine zweite Brettlage über die Quere. Die erste Schicht, welche man den Grund (fondo) nennt, besteht entweder aus Stücken alten Estrichs (die jedoch die Größe einer Wallnuß nicht überschreiten sollen), oder aus Stücken von Dach- und Mauerziegeln, oder auch aus gut gebrannten Kreidestücken, welche dann mit Kalk so versetzt werden, daß man auf zwei Theile solcher Bruchstücke einen Theil Kalk nimmt. Die erste Lage, welche nicht dünner als 8^{zm} sein darf, wird mit einem eisernen Rechen, dessen Zähne unter sich 2^{zm} entfernt stehen, gleichförmig ausgearbeitet, mit einem hölzernen Schlegel mehr in sich zusammengedrückt, und dann mit einem Eisen (in Form einer schmalen Kelle), beiläufig im Gewicht von 6^{k}, nach der Länge und Breite durch drei oder vier Tage, je nachdem die Jahreszeit ist, so lange geschlagen, bis sich die Decke der Lage um $1/3$ vermindert hat. Bevor diese Schicht aber ganz trocken wird, giebt man eine zweite von 5^{zm} Dicke, welche Decke (Coperta) genannt wird, und ebenfalls aus den oben erwähnten Bruchstücken besteht, die jedoch kleiner und durch den Sieb von höchstens 2^{zm} starken Oeffnungen gesiebt sein muß. Diese Brocken werden mit ungelöschtem Kalk, wovon 1 Theil auf 2 Theile Brocken genommen wird, zu einem Mörtel verbunden.

Nachdem auch diese Schicht mit dem Rechen ausgebreitet ist, läßt man sie in guter Jahreszeit ohngefähr $1^1/_2$ im Winter jedoch $2^1/_2$ Tage ruhen, bis sie trocken wird, schlägt dann zu wiederholten Malen mit dem obengenannten Eisen nach der Länge und Quere den

Boden nach und nach unter sanften Schlägen so fest, daß die Fußtritte keine Spur des Eindringens mehr zurücklassen.

Hierauf wird eine kleine Schicht von 0,6—0,8 zm gegeben, welche halb aus Marmorstaub, halb aus ungelöschtem Kalk besteht. Diese Schicht wird mit einer Kelle (welche wie ein Entenschnabel gestaltet ist) aufgetragen, und darauf wird nun die Saat (semina) aus kleinen Marmorstücken von verschiedener Größe und Farbe gelegt. Man muß indessen die großen Stücken zuerst, dann die mittelgroßen und endlich die kleinen Stücke ausstreuen und in den Estrich vertiefen, indem man anfänglich den hölzernen Schlägel gebraucht, und sie dann mittelst einer Walze (welche an einem gabelförmigen Stiel befestigt ist) von Marmor oder Eisen vollends in den erwähnten Cement eindrückt. Wenn die Saat auf diese Weise befestigt ist, so schlägt man sie des Morgens und des Abends längere Zeit hindurch mit dem zuerst erwähnten kellenförmigen Eisen von $4^1/_2$—6 k immer fester; und wenn die Masse ganz hart geworden, so schleift man die Fläche mit Wasser und einem Schleifstein von der Form eines Klotzes, woran ein Stiel befestigt ist, so lange, bis die kleinen Unebenheiten, welche durch das Schlagen mit dem erwähnten Eisen entstehen, nicht mehr sichtbar sind, womit dann auch zugleich die Steinchen zum Vorschein kommen und sich ebenen. Nach beiläufig drei Monaten und darüber, je nach der Witterung, kann man den Boden färben, indem man eine beliebige flüssige Farbe mit Kalk oder besser mit weißer Thonerde mengt, und mit einem ebenen Steine mittelst der Hand aufreibt. Es ist indessen besser, dem Terazzo seine natürliche Farbe zu lassen, weil die aufgefärbte sich leicht abtritt.

Ist die ganze Masse gut ausgetrocknet, so giebt man die Politur, indem die Fläche zuerst mit feinem Sande und einem Steine, und dann mit Bimsstein geschliffen wird. Risse und sonstige Zwischenräume, welche sich noch zeigen sollten, werden mit Cement aus weißem Ziegelstaub (Marmorstaub) und Kalk, mittelst einer Kelle verschmiert, welcher Kitt, wenn er gehörig trocken ist, mit einem Schleifstein ebenfalls geebnet werden muß. Nun wird der Boden mit einem nassen Lappen abgewaschen, und wenn er wieder gehörig trocken ist, mit Leinöl eingerieben, welch letzteres Verfahren man jährlich einige Male wiederholen muß, um den Fußboden immer glänzend zu erhalten.

Es versteht sich von selbst, daß man anstatt der unregelmäßigen Saat auch ein Mosaik nach Art der Alten geben, oder auch einen Granit imittiren kann, wenn die Wahl der Steine danach getroffen wird.

Noch muß bemerkt werden, daß es nicht gut ist, den Terazzo bei Frostwetter, noch auch in allzugroßer Hitze zu verfertigen, weil im ersten Falle, wenn die Masse gefrieren sollte, nur eine unvollkommene Verbindung stattfinden würde, im anderen Falle aber das Austrocknen zu schnell vor sich ginge und ein bedeutendes Zerspringen verursachen könnte.

5) Asphaltestriche. Sie sind außerordentlich dauerhaft, nehmen gar keine Nässe auf, eignen sich deshalb vorzugsweise für Keller, Flure, Corridore, Abtritte, Pissoirs 2c. Ihre Anfertigung ist ganz einfach und kann sehr rasch beschafft werden. Auf einem flach in Sand gelegten Mauersteinpflaster wird geschmolzener Asphalt, mit viermal so viel Sand gemischt, 1 zm dick aufgetragen und zwischen eisernen Leisten geebnet und festgestrichen. Zu bemerken ist, daß an solchen Orten, wo viel heißes Wasser gebraucht wird, wie in Brauküchen 2c., dieser Fußboden sich erweicht.

Man kann statt des theuren Asphaltes auch gewöhnlichen Steinkohlentheer so lange kochen, bis ein hineingelegtes Stückchen Holz herausgezogen ganz wie lackirtes Leder aussieht. Alsdann rührt man das vierfache der Theermasse an erwärmtem reinem Sande zu, kehrt das Pflaster ab, gießt die Masse darüber und glättet sie mit einer warm gemachten und mit Speck angefetteten Mauerkelle. Vergl. §. 9.

Besonders als Schutz des Ziegelpflasters sind diese Fußboden sehr zu empfehlen, da sie sich so wenig wie Stein austreten.

Am besten eignet sich der künstliche Asphalt zum Ausgießen der Pflasterungen von Brückengewölben, wo die Asphaltschicht meist mit Sand überdeckt wird und weniger von Hitze und Kälte zu leiden hat. Zu Estrichen in Ställen, für die Podeste von Freitreppen, ist natürlicher Asphalt zu verwenden, da es immer noch nicht ganz gelungen ist, einen künstlichen Asphalt herzustellen, der im Sommer nicht weich wird und anklebt oder abläuft (bei Dächern) und der im Winter nicht springt und unangenehm glatt wird. Bei Stallpflasterungen wird der Asphalt auf das trockene und reine Pflaster 3 zm stark aufgetragen, über diese Masse wird feiner Kies gesiebt und fest eingerieben.

§. 91. Mosaikfußboden.

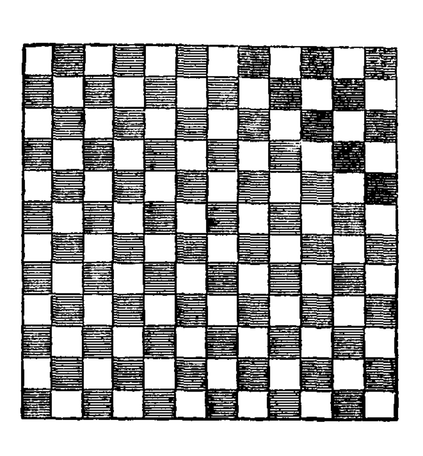
So nennt man diejenigen Fußboden, bei welchen die oberste Lage aus zuweilen sehr kostbaren, kleinen, farbigen Steinstücken besteht, welche Verzierungen nach bestimmten Mustern bilden. Wir haben bei

dem venetianischen Terazzo bereits gesehen, daß sie auch damit verbunden werden können, Es ist nicht unsere Absicht, kostbare Fußboden der Art zu beschreiben, sondern nur eine wohlfeile Art Mosaik, welche Herr Bauinspector v. Lassaulx erfunden, angewendet und in einer eigenen kleinen Schrift beschrieben hat.

Wir wollen hier nur eine kurze Beschreibung des Verfahrens geben. Lassaulx sagt:

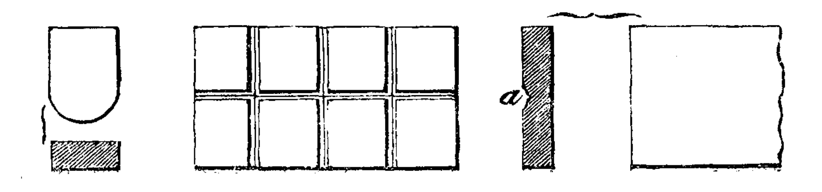
„In unsern ältern Kirchen finden sich noch häufig Reste von Fußboden aus kleinen Fliesen; es sind dies theils quadrische Ziegelplättchen (Fig. 710), entweder glatt oder mit vertieften, seltener erhabenen Verzierungen (diese zuweilen auch mit einer Glasur überzogen), theils andere von verschiedener Größe, Form und Farbe, und dann zu mancherlei zierlichen Mustern vereinigt, so wie noch heutigen Tages in Holland aus hartgebrannten Mauerziegeln, sogenannten Klinkern, ebenfalls von mehreren Farben und auf die hohe Kante gesetzt, sehr hübsche Fußböden in Fluren, Küchen und Höfen gefertigt werden, die sich im Vergleich zu unsern modern nüchternen, sehr vergänglichen Sandsteinplatten, eben so sehr durch längere Dauer als größere Zierlichkeit auszeichnen."

Fig. 710.



Es wurden aus rothem, gelblichem und schwarzgrauem Ziegelgu tBacksteine (nach Fig. 711 - 713, von 20 zm Länge, 10 zm Breite und 2 zm Dicke gefertigt. Bei dem Streichen wurde in die untere Seite (Fig. 711) bei a eine stumpfe Rinne der Länge nach, so wie drei andere durch die Quere, durch kleine auf dem Boden angeheftete scharfe Rippen, gleich mit eingeformt, damit jeder Stein mit Leichtigkeit in acht Stückchen (Fig. 712), von 5 zm im Quadrat gebrochen werden

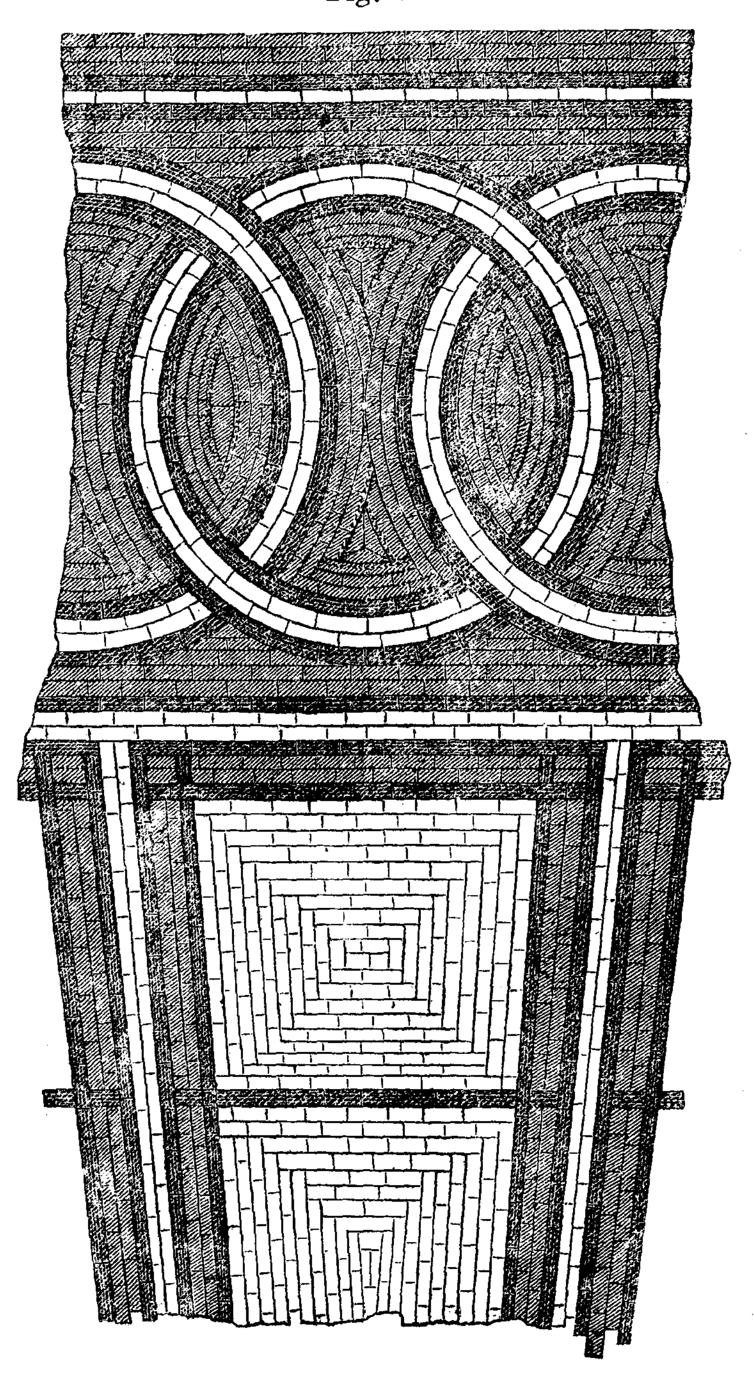
Fig. 711. Fig. 712. Fig. 713.



konnte, deren eine reine Kante von 5^{zm} Länge und 2^{zm} Breite nun in die Oberfläche des Mosaikbodens gebracht werden sollte.

Nun wurden hölzerne Rahmen gebildet, deren Größe und Form aus dem jedesmal gewählten Muster hervorgingen; die farbigen Steinchen wurden so in die Form (welche auf einem Tische aufgelegt war) gestellt, daß ihre untere Seite nach oben zu liegen kam. Alsdann wurden diese Steinchen mit einem Gypsmörtel übergossen, so

Fig. 714.



daß auf diese Art Platten von etwa 27—41 □zm und 5zm Dicke erhalten wurden, worauf sich ein Theil des ganzen Musters befand, und welche nun wie gewöhnliche Fußbodenfliesen verlegt wurden. Denkt man sich einen solchen Fußboden zusammengesetzt, wie Fig. 714 ein Stück davon zeigt, so sieht man, daß man höchst mannigfaltige Formen erreichen kann.

Gyps als Bindemittel wird bei feuchtem Fußboden den Gebrauch sehr beschränken, man würde deshalb wohl am besten die kleinen Steine durch einen Guß der in §. 90. 5 erwähnten Asphaltmasse oder Cement in dünnflüssigem Zustande, also mit Anwendung von sehr wenig Sand verwenden können.

Auch ließen sich statt der gebrannten Backsteinblättchen Stückchen von zerschlagenem Granit, in verschiedenen Farben, zu dergleicher Mosaikplatten verwenden. Die Granitstückchen würden mit der flachen Seite in die Form gesetzt, mit Asphaltguß verbunden, darauf die Platten umgekehrt und verlegt, welches einen unverwüstlichen Fußboden abgeben müßte, da der Asphalt immer geschützt wäre und jeder Nässe widersteht. Um die schwachen Mosaikplatten gegen Zerbrechen zu schützen, wird es gut sein, wenn man sie auf ein Ziegelpflaster oder auf eine Bétonschicht von etwa 12zm Stärke legt.

Elfte Abtheilung.

Bewurf der Mauern. Putzarbeiten.

---

§. 92. Allgemeines. Putz der Mauern und Gesimse.

Bei dem Bewurf der Mauern oder der sogenannten Putzarbeit haben wir hauptsächlich zu unterscheiden: ob erstens der Putz nur eine ebene und glatte Oberfläche der Mauern, Wände und Decken bilden soll, wie im Innern der Gebäude, oder ob er, selbst jeder Einwirkung der Witterung widerstehend, zugleich die Mauern und Wände ebenfalls gegen die Witterung schützen soll, wie im Aeußern der Gebäude.

Bei diesen verschiedenen Anforderungen ist auch die Art des Bewurfs sehr verschieden, und seine Dauerhaftigkeit hängt namentlich davon ab: ob das Material, was man zum Abputz verwendet, an sich selbst fest und dauerhaft ist, und ob es zugleich an dem Materiale, worauf es angetragen wird, haftet oder nicht. Erfüllt der Bewurf beide Bedingungen nicht, so taugt er nichts. Besonders wichtig ist die Sicherung der Außenflächen eines Gebäudes gegen die Einwirkung die Witterung, da die Dauer des Gebäudes davon wesentlich abhängt, und es ist deshalb leicht begreiflich, daß ein fester und aller Witterung trotzender Abputz, besonders für äußere Mauern und Wände, von der größten Wichtigkeit ist.

Es ist eine allgemeine Erfahrung, daß diejenigen äußeren Gebäudeflächen, welche der sogenannten Wetterseite zugekehrt sind, am meisten vom Schlagregen leiden. Die Wetterseite aber geht von Nordwest bis Südost. Es würde demnach in gewöhnlichen Fällen gerathen sein, den Bewurf, wenigstens nach diesen Weltgegenden hin, aus festerem Material (Cementmörtel) zu bereiten, wenn er auch auf den, nach den anderen Weltgegenden gerichteten Mauerflächen auf gewöhnliche Weise aus Luftmörtel gefertigt würde.

Ferner leiden die höher liegenden Theile der Gebäude, wie Giebel, Thürme 2c. vom Schlagregen um so mehr, je höher sie sind, die unteren Theile dagegen weniger, und man kann auch hierbei auf mehr oder mindere Festigkeit des Bewurfes Rücksicht nehmen.

Diejenigen Flächen, welche unmittelbar das Erdreich berühren, wie die Plinthen der Gebäude, sind vermöge der in sie eindringenden und darin aufsteigenden Erdfeuchtigkeit und der daraus folgenden Nässe niemals geeignet, einen Abputz festzuhalten, da er hier niemals recht trocken wird und daher leicht abfällt. Es ist daher am besten, die Plinthen der Gebäude ohne allen Bewurf zu belassen, wie wir weiter unten zeigen werden. Auch der Traufschlag trägt zur Unhaltbarkeit des äußeren Putzes bei.

Ferner, je mehr eine äußere Fläche gegen das Anschlagen des Regens gesichert ist, um so fester hält der Abputz unter allen Umständen. Deshalb thun weit vorspringende Dächer (welche zugleich die Dachtraufe vom Gebäude entfernen), wo sie sich anbringen lassen, sehr gute Dienste in dieser Hinsicht. Außerdem sind geneigte Pflasterungen mit Gerinnen, welche das Traufwasser schnell abführen, in hohem Grade nützlich.

Sind die Mauern, an welche man den Bewurf anträgt, feucht, so fällt er leicht ab. Es ist also eine Hauptbedingung, daß man die Mauern erst dann abputzt, wenn sie möglichst trocken sind. Werden Mauern gleich nach ihrer Aufführung von innen und außen geputzt, so schließt man alle Feuchtigkeit, welche während des Mauerns in die Mauer gekommen ist, für lange Zeit in die Mauer ein, denn der Abputz erhärtet auf seiner äußeren Fläche schnell und erschwert dadurch das Verdunsten der in den Mauern enthaltenen Feuchtigkeit, welches hätte stattfinden können, wenn man keinen Abputz aufgetragen hätte, weil dann die Verdunstung durch die Steine selbst erfolgt wäre. Außer dem Nachtheile aber, daß der Putz von feuchten Mauern leicht abfällt, entsteht noch der viel schlimmere, daß solche nasse Mauern Ursache zur Schwammbildung werden, ja daß sogar (wenn die Ziegel oder der Mörtel Natronsalze enthalten), sich der Mauerfraß erzeugt, unaufhaltsam fortschreitet und endlich allen Zusammenhang zerstört.

Deshalb muß man die äußeren Mauern nie eher abputzen, als bis sie eine Zeitlang ohne Abputz gestanden haben. Nach dieser Zeit kann man annehmen, daß Ziegelmauern von mäßiger Stärke gut ausgetrocknet sind; denn wenn auch der Mörtel im Laufe der Zeit fester und die Mauer trockner wird, so gehören doch Jahrhunderte dazu, um hiervon bedeutende Erfolge zu erwarten. Bei dicken Mauern oder bei feuchtem Grunde wartet man einige Jahre, ehe man abputzt. Man muß aber außerdem berücksichtigen, daß die

feinen Poren in den Steinen sich um so mehr mit Staub vollsetzen, je länger man mit dem Abputz wartet; daß die Entfernung des Staubes nöthig ist, wenn der Abputz gut halten soll, daß dies aber durch ein bloßes Abkehren mit einem stumpfen Besen und Annetzen der Mauer nicht genügend erreicht wird. Wollte man aber deshalb die Mauer wie einen Fußboden abwaschen, so würde man wieder zu viel Näsſe in dieselbe bringen. Im Uebrigen ziehen alle Materialien etwas Feuchtigkeit aus der Luft an, und um so mehr, je längere Zeit die Luft feucht war, deshalb ist es nicht gut, Anfang Frühjahr zu putzen, wenn vorher längere Zeit nasse Witterung war. Sehr poröse oder mürbe Materialien soll man im Aeußeren gar nicht verwenden; wenn es indeß bei untergeordneten kleinen Bauten geschieht, wird man die Fronten nicht ohne Putz überwintern, sondern lieber den innern Putz zurück lassen.

Im Spätherbst Mauern abzuputzen ist ebenfalls nicht rathsam, und zwar besonders dann nicht, wenn die Mauern neu aufgeführt und feucht sind; denn in diesem Fall kann der Putz nicht mehr vollständig austrocknen, wird durch den Frost von der feuchten Mauer abgetrennt oder losgelöst und fällt später ab. Es ist daher am zweckmäßigsten, wenn das Gebäude im Herbst unter Dach gekommen ist, in der guten Frühjahrszeit des folgenden Jahres die Räume im Innern zu putzen und nachdem sie ausgetrocknet sind, in der heißen Jahreszeit den äußeren Putz, vorzüglich den an der Wetterseite herzustellen. Im Winter dagegen kann im Aeußern gar nicht, und im Innern nur in stark geheizten Räumen geputzt werden, welches aber, nebenbei gesagt, im höchsten Grade ungesund für die dabei Beschäftigten ist.

Der Mauerabputz besteht gewöhnlich aus einem mäßig dünnen Mörtelbrei, wie man ihn auch zum Mauern selbst verwendet. Damit er auf der Mauerfläche einen hinlänglichen Anhalt finde, müssen die Fugen der Mauersteine unten nach außen hin einen Zoll tief ohne Mörtel bei dem Vermauern belassen werden, damit der Putzanwurf in diese Vertiefungen eindringen, und desto fester sitzen kann. Sollen alte Mauern, wovon der Putz abgefallen ist, aufs neue mit Bewurf versehen werden, so ist es doppelt nothwendig, die Mauerfugen vorher einen Zoll tief auszukratzen. Denn der alte Putz wird hauptsächlich deshalb losgefallen sein, weil beim Anfertigen desselben die Poren der Steine mit Staub angefüllt waren (vergl. Seite 655), oder weil die Steine nicht genug genäßt waren und so dem Putzmörtel gleich alles Wasser ent-

zogen wurde, oder weil man den angetragenen Putz beim Abziehen mit dem Richtscheit oder der Kartätsche zu viel hin und her bewegt und dadurch losgezogen hatte. Im Uebrigen war, wenn die Mauern trocken waren und das Gebäude sich nur wenig gesetzt hatte, fast keine Veranlassung zum Abfallen des Putzes. Da nun aber die Poren der Steine durch den ersten Putz noch mehr zugefüllt und wie mit dünner Weiße überzogen sein werden, so würde, ohne Abreiben und Aufrauhen des Mauerwerks der neue Bewurf gar keinen Halt an der Mauer erhalten, wenn man nicht die Fugen vorher ausgekratzt hätte.

Der Putz darf auch nicht stärker wie 1,5—2,5^{zm} werden; denn da man den Putzmörtel nicht so mager machen kann wie Stampfmörtel (beim Pisébau), weil er alsdann nicht haften würde und weil andererseits die überflüssige Näße auch nicht herausgestampft wird, so entstehen beim Trocknen Risse, die um so größer werden, je dicker die Putzlage war. Wo man daher an einzelnen Stellen eine stärkere Putzlage braucht, um z. B. ein kleines Gewölbe scheitrecht zu putzen, drückt man Dachsteinstücke in den ersten Putzantrag und erhält dadurch schwächere Putzlagen.

Die abzuputzenden Mauern müssen möglichst rauh, aber gerade gemauert sein, weil, wenn man größere Unebenheiten durch Kalkputz ausgleichen soll, derselbe zu stark wird und abfällt.

Die abzuputzende Mauer muß vor dem Bewurf gehörig mit einem stumpfen Besen, oder besser noch mit einer scharfen Bürste abgestäubt und dann mit dem Maurerpinsel angenäßt werden, weil sonst der Putz nicht anzieht.

Man unterscheidet gewöhnlich zwei Hauptarten des Bewurfs, entweder ist er ein Rappputz (Spritzbewurf, Krausbewurf, rauher oder gestippter Putz, Rauchwerk), oder er ist ein glatter Putz.

Der Rappputz wird aus nicht zu dickem aber grobem Mörtel mit der Kelle scharf angeworfen. Die Stellen, wo der Antrag zu stark wurde, werden mit der Kelle abgezogen, im Uebrigen bleibt der Putz ganz rauh stehen.

Bei dem glatten Putz wird erst ein schwacher Anwurf gemacht, der gut in alle Lager- und Stoßfugen eindringt, und wenn dieser so trocken ist, daß er kleine Risse bekommt, wird ein zweiter, auch zuweilen ein dritter, ganz schwacher und feiner Bewurf gefertigt. Der feinste glatte Putz wird mit Filzbrettern abgerieben und danach Filzputz oder gefilzter Putz genannt.

Der Mörtel darf weder zu fett noch zu mager, weder zu dünn noch zu dick sein.

Ist er zu fett, so reißt er, ist er zu mager, so fällt er ab, ist er zu dünn, so fließt er bei der Arbeit, ist er zu dick, so läßt er sich nicht verarbeiten.

Zu dem ersten Bewurf nimmt man am besten gewöhnlichen Mauermörtel, der von den Maurern auf dem Gerüst etwas schwächer angemacht wird. Dabei berappt man die oberen Theile, indem man zunächst den Mörtel aus dem Kalkkasten auf die Dünnscheibe bringt. Hingegen kann man die unteren Theile unmittelbar aus dem Kalkkasten berappen. Hierauf wird an den Enden in der Höhe, bis zu welcher der Putz reichen soll, eine Lehre von etwa 15 zm □, so stark geputzt wie der Putz werden soll, alsdann zieht man die Schnur durch und trägt nach derselben in Entfernungen von etwa $1-1^1/_4$ m solche Lehren an. Alsdann fertigt man lothrecht unter diesen Lehren, und zwar so tief als man reichen kann, eben solche Lehren an und putzt nun zwischen diesen Lehrplättchen 15 zm breite lothrechte Streifen, die etwa $1^1/_2$ bis $1^3/_4$ m lang werden. Hierauf werden die Zwischenfelder beworfen, und nun der Mörtel mit breiten Richtscheiten oder mit der Kartätsche (die von einem Streifen bis über den andern reichen muß), geebnet, indem man die Kartätsche an den Streifen entlang von unten nach oben so bewegt, daß sie auf jeden Zentimeter Höhe, das eine Mal etwa 2 Zentimeter mehr nach rechts, das nächste Mal eben so viel nach links geschoben wurde, so daß die Sandkörner des Mörtels im Putz Wellenlinien bilden. Würde man beim Abziehen des Mörtels das Richtscheit ohne diese Wellenbewegung aufwärts führen, so würde der Mörtel von der Mauer leichter losgerissen werden können. Man muß dabei stets das Richtscheit fest an die Lehrstreifen drücken, damit der Putz gerade wird. Die nach dem Abziehen im Putz verbliebenen Nester werden, je nach ihrer Größe, durch einen Antrag von dickerem oder dünnerem Mörtel zugefüllt, wobei man die zu viel angetragene Masse mit dem Richtscheite, oder wenn die Stellen klein sind, mit der Kelle oder der Dünnscheibe abzieht. Häufig bringt man hierauf einen dritten Antrag aus feinerem und etwas fetterem dünnen Mörtel und zwar am leichtesten in der Weise, daß man auf die Kartätsche eine Lage dieses Mörtels bringt, dieselbe horizontal an das andere Ende des Putzes hält, alsdann sie so neigt, daß der Mörtel mehr an die Mauer gedrängt wird, und sie nun in Wellenlinien von unten bis oben be-

wegt. Dabei legt sich eine dünne Mörtelschicht auf den Putz an. Die etwa verbleibenden kleinen Nester werden mit etwas Mörtel und mit dem Rücken der Kelle ausgestrichen. Hierauf wird das Ganze mit der Kartätsche gut zusammengerieben und nachdem der Bewurf soweit trocken ist, daß er kleine Risse bekommen hat, wird er angenäßt und mit dem Reibebrett abgerieben.

Bei freistehenden Gebäuden werden, um die Ecken gut herauszubekommen, Richtscheite mit Putzhaken an die Ecken so angeschlagen, daß sie um die Stärke des herzustellenden Putzes vor der Mauer vorstehen. Will man also die Westseite des Gebäudes putzen, so werden diese Richte an der angrenzenden Nord- und Südseite befestigt 2c. Beim P. tzen der innern Mauerflächen putzt man ebenfalls erst Lehrstreifen in den Ecken und dann in der Mitte mit Hülfe der Schnur oder Waglatte, und putzt hierauf die Zwischenfelder aus.

Rappputz hält sich besser als glatter Putz. Durch das viele Reiben bei dem glatten Abputz wird derselbe, besonders wenn es sehr heiß ist, schnell trocken und löset sich hinten an der Mauer.

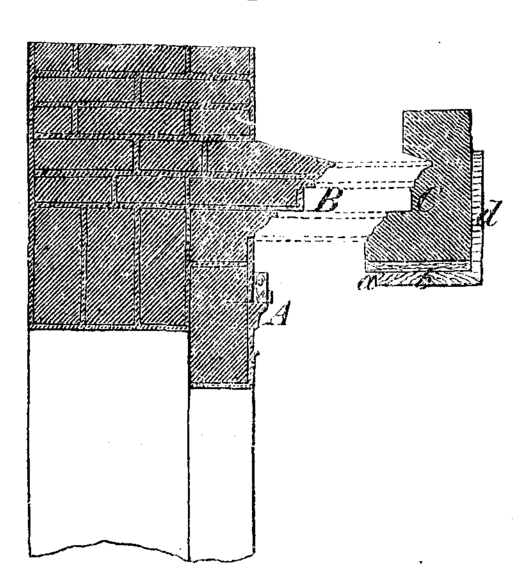
Deshalb ist es bei glattem Putz besser, mehrere schwache Lagen, zwei bis drei aufeinander zu tragen und die nächst obere nicht eher anzufangen, als bis die nächst untere trocken ist. Der erste Auftrag geschieht dann blos mit der Kelle und der Abputz bleibt rauh. Wenn er hinlänglich ausgetrocknet ist, wird der zweite Ueberzug mit Hülfe von Lehrstreifen glatt darauf gefertigt.

Sind drei Ueberzüge herzustellen, so werden die beiden untersten rauh, der oberste aber glatt gefertigt. Soll der Putz sehr fein werden, so benagelt man die Reibebretter mit Filz. Wenn die letzte Lage trocken ist, kann darauf mit dünner Kalkweiße geschlemmt und alsdann mit dickerer geweißt werden.

Sind vorstehende Gliederungen oder Gesimse zu putzen, so bedarf man dazu eines Brettes, welches auf einer Seite mit starkem Eisenblech beschlagen, und worin die Gestalt der Glieder eingeschnitten ist; man nennt dies Chablone (Schablone). Auf der nicht beschlagenen Seite wird die Chablone von den Gliederungen aus schräg abgefaset und geht die abgefasete Seite beim Ziehen immer voran. Für kleine, nicht vorgemauerte und kurze Gesimse erhält die Chablone gewöhnlich keinen Schlitten, sondern blos einige Zoll unter den Simsgliedern einen Falz; sie wird an den Ecken des ungeputzten Gesimses angehalten und in der Höhe des Falzes werden Latten nach der Schnur horizontal mit Putzhaken angeschlagen, so daß die Latten parallel mit

dem Gesims laufen. Stehen die Gliederungen wie bei A Fig. 674 nur wenig, höchstens 4 zm vor, so wird der Putz mit gröberem Kalk ungefähr so dick aufgetragen, als die vorspringenden Glieder werden sollen. Alsdann wird die Chablone senkrecht angehalten, mit dem Falz auf die Latten gestellt und auf denselben entlang gezogen; dies wird so lange wiederholt, bis die Glieder ziemlich scharf erscheinen. Dann trägt man etwas feineren und dünneren Kalk an, zieht nochmals mit der Chablone durch und erhält so hinreichend scharfe Kanten. Oberhalb des Gesimses läuft dabei die Chablone an dem fertigen Putze entlang oder ebenfalls an angeschlagenen Latten. Kleine Unebenheiten werden mit einer kleinen Kelle (Fugeisen) nachgeputzt, wenn der Mörtel angezogen hat. Bilden die Gliederungen Ecken oder Winkel, so werden diese aus freier Hand gearbeitet und die Chablone wird in diesem Falle nur als sogenannte Lehre über die Glieder gehalten, um nachzusehen, ob dieselben auch die gehörige Gestalt haben. Sind kreisrunde Gliederungen zu ziehen, so wird ein Stift im Mittelpunkte des zugehörigen Kreises befestigt und die Chablone damit verbunden, so daß sie im Kreise herumbewegt werden kann, wo man dann verfährt wie eben beschrieben.

Fig. 715.



Springen aber die Glieder so weit vor, daß eine Masse angetragenen Mörtels, um sie zu bilden, sich allein nicht halten könnte, so ist man genöthigt, die Gesimse wie in Fig. 715 bei B vorzumauern, alsdann den Putz an dieselben anzutragen und zuletzt mit der Chablone C dieselben zu ziehen. Die Chablone erhält bei diesen größeren Gesimsen gewöhnlich einen Schlitten, das heißt, es wird unten ein Brett horizontal angebracht und durch zwei oder vier schräge Leisten an dem senkrechten Chablonenbrett befestigt. Damit die Chablone einen sicheren Gang auf den Ziehlatten erhält, wird an jedem Ende des Schlittenbrettes eine Latte b quer übernagelt, so daß zwei Falze entstehen. Die vorstehenden Enden der Latten b kommen auf die Ziehlatten zu liegen und das Schlittenbrett stößt mit seiner ganzen

Länge gegen die Ziehlatten, so daß ein Schwanken der Chablone aus der senkrechten Richtung wie auch nach der Seite vermindert wird. Außerdem dient der Schlitten zum Auffangen des zu viel angetragenen Kalkes, der sonst auf das Gerüst fallen würde. Die beiden schrägen Leisten sind außer zur Befestigung auch zum bequemeren Angreifen bei der Hin- und Herbewegung der Chablone nöthig, besonders bei großen Gesimsen, wo ein Maurer an der Chablone zieht und ein anderer sie vorwärts drückt, weil dieselbe durch den auf den Schlitten fallenden Kalk, sowie durch die Reibung an den vielen und großen Gesimsgliedern schwer zu bewegen ist; ein dritter Maurer hilft nöthigenfalls die Chablone andrücken, damit sie sich weder unten noch oben von den Latten abziehen kann. Außerdem nimmt er von Zeit zu Zeit den aufgehäuften Kalk vom Schlitten ab. Um aber ganz sicher zu gehen, daß das Gesims gerade wird, sieht man zeitweise an der Unterkante der Hängeplatte entlang und nimmt mit der Chablone von denjenigen Stellen, welche etwas zu stark stehen blieben, sofort den überflüssigen Mörtel ab, weil man sonst, wenn derselbe härter wird, entweder ein krummes Gesims bekommt, oder große Stücke aus dem Sims reißen kann, deren Herstellung mit gewöhnlichem Mörtel sehr aufhält, weil das Mauerwerk zu naß geworden ist. Bekäme die Hängeplatte einen sogenannten Sack, so wird dies daher rühren, daß die Putzhaken nachgegeben und die Ziehlatten sich gesenkt haben.

Bei großen Gesimsen kann man auch die obere Ziehlatte bei m befestigen statt bei n Fig. 691 C (S. 631); alsdann kann sich die Chablone s oben nicht abziehen und man hat sie nur unten anzudrücken. Da das Ziehen der Gesimse, wenn man die Chablone auch etwas andrücken muß, zu den leichten, das Anschlagen der Ziehlatten hingegen zu den langweiligeren Arbeiten gehört, so schlägt man die Latten am liebsten so, daß man am leichtesten fortkommt, muß aber bei Anfertigung der Chablone darauf Rücksicht nehmen. Im Uebrigen ist zu bemerken, daß man, sobald die Latten befestigt sind, mit der Chablone einmal durchziehen muß, um zu sehen, ob auch alle Stellen einen hinreichenden Mörtelantrag gestatten; wäre dies nicht der Fall, so wird man lieber die Latten im Ganzen etwas herunter oder herausrücken, und noch einige Spänchen oder Holzkeilchen dazwischen legen, so daß die Latten sich weder lothrecht noch wagerecht verschieben können. Dazu müssen nöthigenfalls auch die Putzhaken durch Holzpflöckchen wieder festgekeilt werden. Da die Chablonen, wenn sie blos in Bretter geschnitten werden, sich leicht abnutzen, so pflegt man den

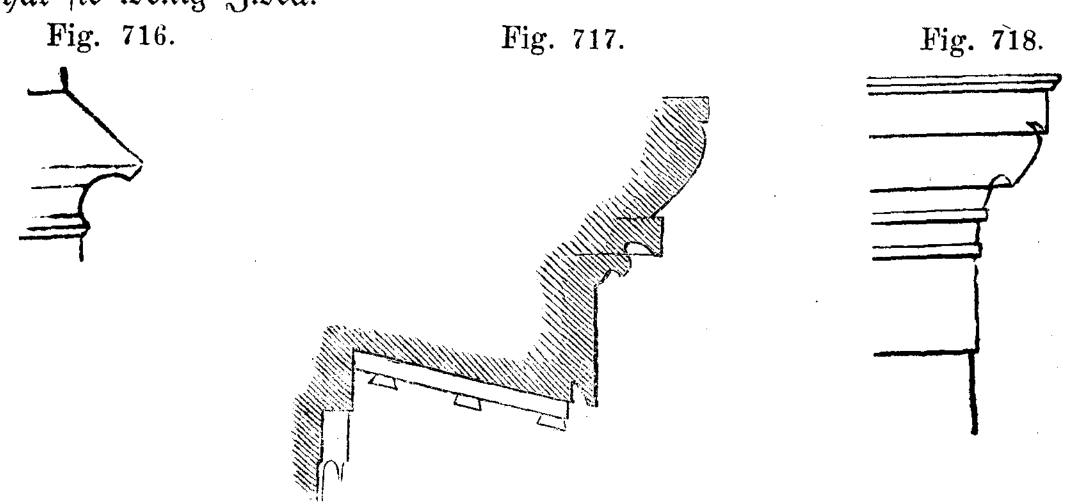
ganzen Umriß der Gliederungen, an der nicht abgefaseten Seite, mit einem an die Chablone genagelten Eisenblechstreifen auszufüttern. Man nimmt hierzu gewöhnlich unverzinntes Blech; jedoch ist verzinntes oder Weißblech besser, weil es nicht so leicht vom Rost verzehrt wird, besonders wenn man die Chablonen länger aufheben will, um sie öfter zu gebrauchen.

Mauert man die Gesimse in Mauersteinen vor, so werden die Steine nach dem Vorsprunge der Glieder (nach der sogenannten Ausladung) nur in geraden Linien rauh vorgehauen, da der Mörtelabputz erst ihre etwas geschweifte Gestalt erhält, indem es zu mühsam und gänzlich überflüssig sein würde, die Steine gleich nach der Schweifung vorzuhauen.

Bei sehr tiefen Unterscheidungen oder Aushöhlungen der Gesimse zieht man die Chablone nur an den Enden heraus, und schließt dann aus freier Hand die dadurch geöffneten Stellen des Gesimses.

Die Gesimse, deren obere Flächen frei gegen die Luft liegen, wie Gurt- oder Bandgesimse, Fensterverdachungen, Sohlbänke, Deckplatten ꝛc. erhalten oberhalb eine Abwässerung (Wasserschenkel) und unterhalb eine Wassernase, damit das darauf fallende Regenwasser ablaufe. Bei altdeutschen (sogenannten gothischen) Kirchenbauten ist dieser Wasserschenkel der Gesimse oft in einem Winkel von 45° und darüber geneigt (Fig. 716) und diesem Umstand ist zum großen Theil ihre Erhaltung durch mehrere Jahrhunderte zuzuschreiben. Niemals darf man bei äußeren Gesimsen diese Abwässerung weglassen, und auch in den Detailzeichnungen ist sie stets anzugeben. Diese Abwässerung wird am besten durch Zinkblech abgedeckt. Bei Gesimsen für innere Räume erleichtert die Abwässerung das Abkehren des Staubes, sonst hat sie wenig Zweck.

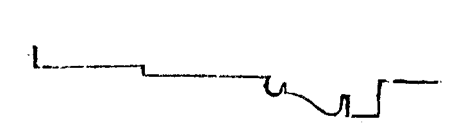
Fig. 716. Fig. 717. Fig. 718.



Der am weitesten ausladenden Platte des Gesimses giebt man gern eine sogenannte Wassernase, wodurch das an dem Sims herunterlaufende Regenwasser abtropft und somit nicht an den Fronten hinunterläuft. Bleibt die Wassernase weg, so läßt man die untere Fläche der Platte nach der Mauer hin etwas steigen, so daß die vordere Kante einen spitzigen Winkel macht, wodurch das Wasser ebenfalls zum Abtropfen kommt. Dies hat bei weit ausladenden Gesimsen noch den Vortheil, daß der überhängende Theil leichter wird. Beide Anordnungen finden sich bei den griechisch-dorischen Hauptgesimsen, wie Fig. 717 zeigt. Auch bei wenig ausladenden Pfeiler- (Pilaster) Capitälen erhielt die Platte eine Wassernase (Fig. 718), obwohl darunter eine überfallende Welle folgt, an deren vorderer Kante das Wasser abtropfen muß. Häufig werden Gesimse in jonischem Stil angewandt, entweder mit einem sogenannten Zahnschnitt, oder einen solchen, wie bei dem Verdachungsgesimse Fig. 720. Hierbei erhält nur die Platte eine Wassernase, die wie immer, wenn das Gesims geputzt wird, durch stärkeren Putzantrag hervorgebracht wird. Verziert man den über der Platte befindlichen Rinnleisten, so wird er höher als die Platte gemacht, sonst niedriger.

Zu bemerken ist, daß man die kleine Platte e Fig. 690 des Rinnleistens bis 8 zm stark machen kann, wenn das Dach mit Ziegeln gedeckt wird und wenn die untere Ziegelschicht 13 zm überspringt; sonst wird leicht zu viel von dem Gesims verdeckt. Die Abdeckung des Gesimses mit Dachsteinen und Zink erfolgt erst, nachdem das Gesims geputzt ist.

Fig. 719.



Was die Fenster- und Thüreinfassungen betrifft, so werden dieselben gewöhnlich nicht vorgemauert, sondern nur in Putz gezogen. Die Breite der Einfassung (Fase, Fasche, fascia) wird gleich $^1/_6$ bis $^1/_7$ der lichten Breite des Fensters gemacht; also wenn das Fenster 90 zm im Lichten breit ist, so wird die Einfassung 15 zm breit und erhält dann gewöhnlich die Gliederung Fig. 677. Fenster, Thüren und Thorwege erhalten meistens eine Einfasssung (Fascia, Fasche) d. h. eine Umrahmung und häufig auch eine sogenannte Verdachung d. h. ein krönendes Gesims darüber. Die Breite der Fensterfasche b (Fig. 720) beträgt $^1/_5 - ^1/_7$, gewöhnlich $^1/_6$ der lichten Fensterweite B.

Diese Einfassung ist nun entweder eine glatte, nur durch einen Fugenschnitt von der Wandfläche abgehobene Fläche, oder sie liegt

$^1/_8$ — $^1/_{12}$ der Breite b von der Wandfläche vor, oder sie wird profilirt, Fig. 721—723, mehr für sich und als ein besonderes Fenstergewände hervorgehoben, wenn man sie mit Verdachung versieht, welche die Gliederungen des Hauptgesimses erhält. In der Re-

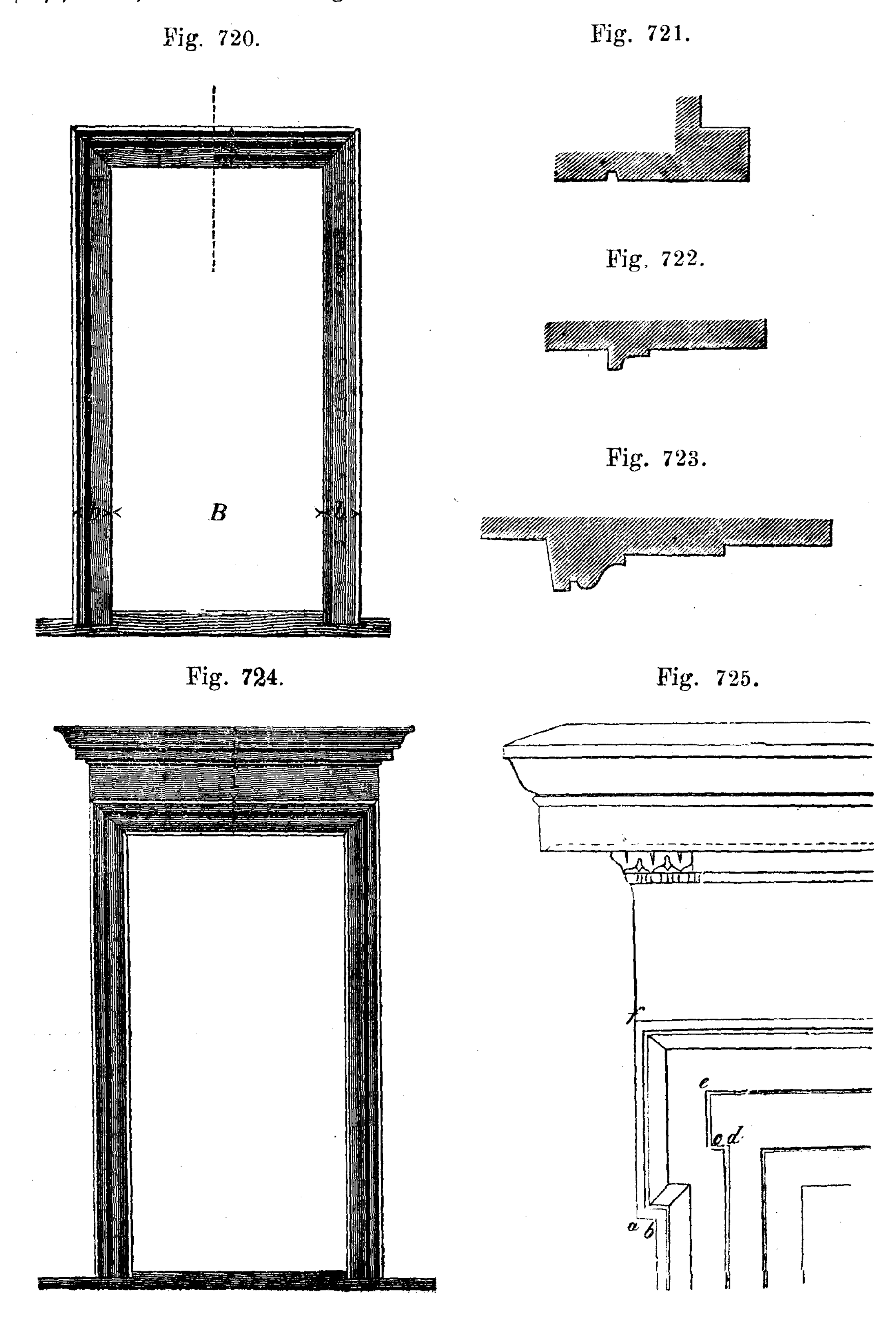


Fig. 720. Fig. 721. Fig. 722. Fig. 723. Fig. 724. Fig. 725.

gel ordnet man zwischen der Einrahmung und der Verdachung einen als Fries aufzufassenden Streifen an und nimmt als Grundverhältniß für die Breite der Einrahmung die Höhe des Frieses und der Verdachung 1 : 1 : 1, d. h. Faschenbreite, Fries und Verdachungshöhe sind einander gleich Fig. 724.

Um das Wasser, welches oberhalb des Fensters dagegenschlägt, besser abzuleiten, erhält das Fenster ein Verdachungsgesims, welches entweder dicht auf die Einfassung zu liegen kommt, oder durch einen Fries getrennt wird Fig. 725. Die Verdachung ist krönendes Gesims, erhält also die Gliederungen eines Hauptgesimses. Der Fries wird, wenn man ihn nicht durch ein Ornament verziert, höchstens so hoch als die Einfassung und das Verdachungsgesims gewöhnlich noch etwas niedriger. Die Fenstergewände (Einfassungen) kommen entweder auf eine Sohlbank oder auf ein durchlaufendes Bandgesims Fig. 726 (dessen Füllung man mit einem Flechtgurt Fig. 728 verzieren kann) oder auf eine Brüstung Fig. 727 zu stehen. Das Putzen der Gesimse und geraden Einfassungen ist wie vorher beschrieben; bei den senkrechten Fensterfaschen werden die Ziehlatten nicht im Fensterlicht, sondern an der Mauer befestigt. Hat die Fasche, wie Fig. 725 sogenannte Ohren, so kann man die Chablone an diesen Stellen nur wenig gebrauchen und die Maurer helfen sich dann oft in der Weise, daß sie ein Stück Einfassung auf einem Brette ziehen und dann zerschneiden und ansetzen. Dazu wird zunächst auf einem Brette eine

Fig. 726.

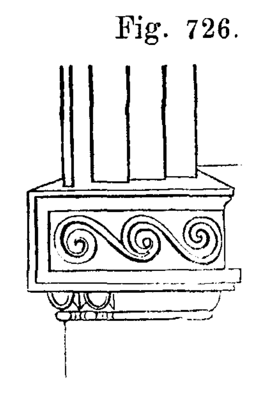
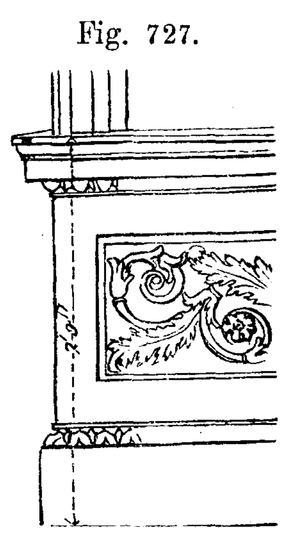


Fig. 727.



Ziehlatte angenagelt, dann Sand darauf gestreuet und nun Kalkmörtel, dem etwas Gyps zugesetzt worden ist, aufgetragen und mit der Chablone gezogen. Hierauf schneidet man mit einer Säge die Stücke **abcd** und **acef** aus, und setzt sie mit Kalkmörtel und etwas

Gyps an. Ebenso werden auch die etwa angewendeten Verzierungen, wie Eierlaub (Eierstab), Herzlaub, Perlenschnüre u. s. w. angesetzt. Größere Consolen, welche bei der Steinconstruction die Hängeplatte wirklich unterstützen oder, wenn sie mit ihr aus einem Stück gefertigt sind, dieselbe leichter machen als es sonst der volle Stein wäre, werden hier, wo es sich nur um eine Nachahmung handelt, entweder aus Thon hergestellt oder aus Gyps hohl gegossen und müssen unter der Deckplatte eine Unterstützung durch Eisen bekommen. Die genannten Verzierungen werden jetzt auf eine ganz einfache Art mittels Leimformen vervielfältigt. Eine solche Form wird auf folgende Weise hergestellt.

Was den Leim anbelangt, so wird derselbe zunächst in kaltem Wasser eingeweicht, und wenn er zum ersten Mal gebraucht wird, mit etwas Wachs und Colophonium gekocht, und zwar nimmt man auf $13^1/_2$ k Leim etwa 10 Dekagr. Wachs und $6^1/_2$ Dekagr. weißes Pech (Colophonium). Jedoch darf bei dem Kochen des Leimes die Temperatur nicht höher sein, als die des kochenden Wassers; man kocht ihn also am besten in einem Topfe, der in einen andern Topf oder in einen Kessel mit Wasser gebracht wird, das man allmählig bis zum Kochen erhitzt; man nennt dies: in einem Wasserbade kochen.

Während der Leim so vorbereitet wird, macht man um die abzuformende Verzierung a Fig. 728 A und B einen 5 zm höheren Rand b b b b durch vier Leisten von Gyps oder Holz, überstreicht dann die

Fig. 728.



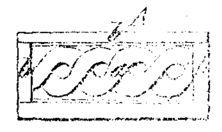
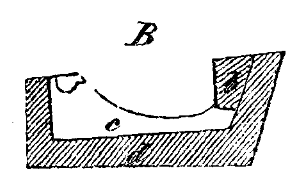
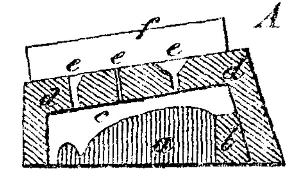


Fig. 729.





Verzierung a und den Rand b im Innern ein oder zweimal mit Schellack (der in Spiritus gelöst ist), bis er nicht mehr einziehen will. Dann läßt man es etwa $^1/_4$ Stunde stehen und überstreicht nun die Verzierung und den Rand mit Firniß. Nachdem dieser etwas getrocknet ist, gießt man den heißen Leim auf die Verzierung, so viel, daß die Leimform etwa 2 zm dick wird und läßt den Lein 6—10 Stunden stehen, bis er die gehörige Consistenz wie Kautschuck (Gummi elasticum) hat. Alsdann wird die Leimform von einem Ende nach dem andern zu behutsam abgezogen, dann umgekehrt, zwischen die

Leisten b an Stelle des Originals a gelegt und hierauf werden die Leisten b sowie die Leimform c gut mit Oel gestrichen, und jetzt kann man unmittelbar Gyps eingießen, wenn man Abgüsse fertigen will. Aus einer einzigen Form kann man sehr viele Abgüsse fertigen, nur darf man den Gyps nicht zu dünn nehmen, damit die Form nicht aufweiche; außerdem ist es gut, die Leimform von Zeit zu Zeit mit Siccatif (Trockenmittel) zu bestreichen und so lange stehen zu lassen, bis sie eine kleine Haut bekommen hat.

Etwas bequemer ist es, wenn man um das abzuformende Original a und um die Leisten b eine Schale d macht. Fig. 687 stellt den Querschnitt dar. Man legt zunächst das Original a hin, macht um dasselbe einige Randstücke b, die jedoch keilförmig sein müssen, legt darüber einen Bogen Papier und darauf Thon und zwar so dick als die Leimform werden soll. Diese Thonlage wird geebnet, die Randstücke b geölt und nun macht man um das Ganze die Schale d aus Gyps. Nachdem dieser erstarrt ist, nimmt man die Schale ab, den Thon c und das Papier heraus: bohrt einige Löcher e in die Schale, überstreicht das Original a, sowie die Schale d und die Randstücke b mit Schellack, wie früher angegeben wurde, und gießt durch einige Löcher e den Leim hinein. Jetzt werden die Gießlöcher und Luftlöcher e durch einen Thonstöpsel verschlossen, die Schale durch ein Paar Mauerziegel f beschwert und das Ganze stehen gelassen, bis der Leim hinreichend fest ist. Nach etwa 10 Stunden wird die Leimform mit dem Original a aus der Schale herausgenommen, wobei man mit einem Holzstock von den Gießlöchern e aus gegen die Leimform drücken muß, wenn sie an dem Boden der Schale festhängen sollte. Die Leimform sowie die Schale und die Randstücke werden gut geölt und nun kann man wie vorher Abgüsse fertigen. Da man den Gyps nicht zu dünn nehmen darf, so muß man tüchtig schütteln, damit er sich in alle Unterschneidungen der Leimform verbreite. Sind sehr tiefe Unterschneidungen vorhanden, so daß der Abguß nicht ganz aus der Leimform herauskommt, so zerschneidet man dieselbe an dieser Stelle oder man schneidet diese Ueberfälle gleich anfangs von dem Original ab, formt sie für sich in einer kleineren Leimform und setzt sie nachträglich mit Gyps an.

Im Allgemeinen aber kann man für die meisten Verzierungen die Leimform aus einem Stücke machen, was bei Gypsformen nicht möglich ist; aus diesem Grunde geht das Abgießen aus der Leimform mindestens dreimal so schnell als aus der Gypsform und kann

von jedem leicht eingeübt werden. Außerdem behält die Leimform ihren Werth, da der Leim nur wieder aufgekocht zu werden braucht, wenn man ihn zu einer neuen Form verwenden will. Was die Genauigkeit der Abgüsse betrifft, so ist diese für bauliche Ornamente vollkommen ausreichend.

Bei vielen Stuckaturarbeiten wird es nöthig, das Erhärten des Gypses zu verzögern. Aus diesem Grunde wird die Gypsmasse häufig mit Leimwasser angemacht, welches stärker und schwächer ist, je nachdem man bei Verwendung des ersteren eine langsamere oder bei Verwendung des zweiten eine schnellere Erhärtung haben will.

Noch mehr wird das Erhärten verzögert, wenn man dem gebrannten, gepulverten Gyps 2—4% fein gepulverte Eibischwurzel beimischt und die Masse mit 40% Wasser anrührt. Diese Masse beginnt erst nach einer Stunde zu erhärten.

§. 93. Putz auf äußeren und inneren Mauern.

Der Putz im Aeußern ist nur bei solchen Gebäuden mit Nutzen zu verwenden, welche, wie unsere gewöhnlichen Wohngebäude, keine übermäßige Höhe haben, bei Kirchen, Thürmen und allen anderen öffentlichen hohen Gebäuden, dagegen ist es unstreitig besser, gar keinen Abputz anzubringen, sondern die äußeren Mauern gleich mit solchem Material aufzuführen, oder mit solchem Material zu bekleiden, welches keines Schutzes gegen die Witterung weiter bedarf; denn an sehr hohen Punkten wird auch der auf die beste Art bereitete Abputz nicht lange dauern und durch Reparaturen allmählig sogar theurer werden, als wenn man gleich ein dauerbares Verblendmaterial gewählt hätte. Der Abputz im Innern folgt im Ganzen denselben Regeln wie im Aeußern; nur braucht man dabei auf die Witterungseinflüsse keine Rücksicht zu nehmen, da er sich stets hinlänglich geschützt befindet.

a) Putz auf gewachsenen Steinen. Bei Granit, festem Kalkstein (Marmor), bei festen Bruchsteinen, ist es überflüssig einen Abputz anzubringen, da die Steinarten vollkommen der Witterung widerstehen. Nöthiger ist es bei manchem Sandstein, denn besonders die loseren Arten verwittern bereits in weniger als 100 Jahren. Es geschieht indeß nie, daß man festere Sandsteinwerkstücke bei Brücken und Thürmen putzt und nur höchst selten, daß man Sandsteinsäulen ꝛc. mit Abputz überzieht. Ein Beispiel sind die Sandsteinsäulen im Innern des neuen Museums zu Berlin, wo es natürlich nicht des-

halb geschah, um sie haltbarer gegen die Witterung zu machen, sondern weil man ihnen die Farben und Politur der Wände geben wollte. Im Alterthume finden wir sehr viele Beispiele, wo besonders loses Gestein mit einem Putz aus weißem Marmorstaube und Kalk sehr fein und dünn überzogen würde, um der Witterung noch besser zu widerstehen.

Sind aber die Mauern aus solchem Material gebildet, von dem man im Voraus weiß, daß es der Witterung nicht widerstehen kann, so ist es nothwendig, einen schützenden Bewurf anzubringen.

b) Putz auf Mauersteinen. Der Mauerstein kann von sehr verschiedener Güte sein und deshalb im Aeußern eines Abputzes durchaus bedürftig werden, oder auch nicht. Wir sehen an den Ziegelbauten des Mittelalters deutlich, daß bei Verwendung gut und hart gebrannter Mauersteine die Gebäude sich vier bis sechs Jahrhunderte lang ohne jeglichen Abputz gut gehalten haben.

Sind demnach die Steine gut, so braucht man keinen Abputz bei Wohngebäuden anzubringen, welches überhaupt bei solchen Mauern immer das Beste ist, da man alsdann des alljährlichen Reparirens und Verschmierens überhoben ist.

In diesem Falle werden die äußern Mauerflächen nur ausgefugt, d. h. in die offen gelassenen Steinfugen wird nach dem Auskehren und Annässen derselben ein fester Mörtel mit einer schmalen Fugenkelle so eingestrichen, daß die Fuge sauber und klar (nicht überschmiert) hervortritt. Um eine größere Schärfe der Kalkfugen zu erreichen, fährt man mit einem sogenannten Fugeneisen, welches unten eine rechtwinklige Kante hat, an dem, an die Lagerfugen gehaltenen Richtscheit entlang, bis man eine reine Fugenfläche erreicht hat. Manche machen die Fugen nicht im Winkel einspringend, wie Fig. 730, sondern im Halbkreise vorspringend, wie Fig. 731, welches jedoch

Fig. 730.

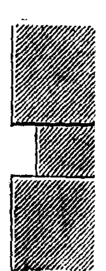


Fig. 731.

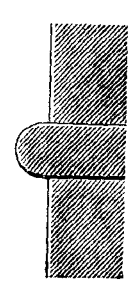


Fig. 732.

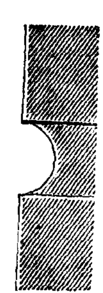
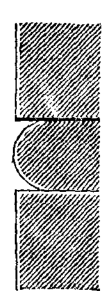


Fig. 733.



schlecht aussieht, weil es einen unreinen Umriß macht, indem die scharfen Kanten der Steine dadurch versteckt werden; außerdem sind diese Fugen auch mehr einer Beschädigung ausgesetzt. Dagegen empfehlen sich durchaus auch die in Fig. 732 und 733 dargestellten Figurformen.

Gewöhnlich fugt man mit etwas fetterem Kalk, wie zum Mauern selbst genommen wird, und nimmt den Sand auch etwas feiner dazu; will man aber die Fugen recht dauerhaft haben, so nimmt man Ziegelmehl oder Portlandcement, je nachdem man eine röthliche oder graue Farbe wünscht, als Zusatz zum Sande und zwar etwa ein Drittel oder die Hälfte.

In diesem Falle werden die Fugen nicht weiß, sondern hellroth erscheinen. (Weiße Fugen sehen nicht gut aus.)

Auch nimmt man zu einem sehr festen Fugenmörtel gewöhnlich Kalk und mischt ihn anstatt des Sandes mit Steinkohlenasche oder Kienruß.

In diesem Falle werden die Fugen schwärzlich, welches den Mauern das Ansehen von hohem Alter giebt. Im Uebrigen kann man zum Fugenmörtel auch alle anderen, früher erwähnten Cemente und hydraulischen Mörtel verwenden.

Hat man an alten Gebäuden, Kirchen rc. Reparaturen vorzunehmen, so sieht es nach deren Beendigung immer sehr schlecht aus, wenn die weißen Mauerfugen und die frischen Mauersteine gegen die alten Mauerfugen und Steine so gewaltig abstechen, wie eine Flicke von neuem Tuche auf einem alten Rocke.

Um diesem Uebelstande zu begegnen, braucht man nur eine Essigbeize von Eisen- und Kupferoxyd zu machen und damit die neuen Fugen und Steine zu bestreichen, worauf sie die Farbe des alten Mauerwerks annehmen werden.

Sind die Steine aber nicht gut genug, um sie ohne Bewurf der Witterung auszusetzen, so bedient man sich gewöhnlich zur Sicherung der Außenfläche eines gewöhnlichen Kalkmörtels, nur mit dem Unterschiede, daß man den erforderlichen Sand für die obersten Putzlagen um so feiner nimmt, je glatter der Putz werden soll. Es muß hier ein für allemal bemerkt werden, daß ein an sich fester Putz noch um so fester wird, je glatter seine Oberfläche ist.

Im Innern kann man die Wände sowohl mit Kalk wie auch mit Lehm putzen und zwar hat der Lehmputz den Vortheil, daß er billiger ist, daß er wärmer hält, denn man nimmt an, daß 3^{zm} Lehm-

putz ebenso viel schützt wie 8 zm Kalkputz und daß er die Farben des Anstrichs nicht verändert; dahingegen hat er den Nachtheil, daß er weniger fest ist (weshalb man die Ecken oft mit Holz verkleidet), und daß sich bei vorkommender Gelegenheit an hohlen Putzstellen Ungeziefer (Wanzen) leichter einnisten, was beim Kalkputz nicht so leicht vorkommt.

Im Uebrigen ist zu bemerken, daß der innere Putz nicht zu fein sein darf, wenn die Tapeten ohne untergeklebtes Makulatur gut haften sollen, und daß er auch nicht zu grob sein darf, damit die Sandkörner nicht zu sehr durchschlagen. Schlemmen darf man den Putz nicht, wenn tapezirt werden soll; ein Bekleben der geputzten Wände mit Makulaturpapier ist bei Lehmputz überflüssig und selbst bei Kalkputz hat man häufig unmittelbar auf die Wand tapezirt, wenn der Kalkputz gut trocken und die Farben der Tapeten nicht zu empfindlich waren. Höchstens klebte man da, wo die obere Borte hinkommt, ferner lang herunter an den Ecken und an den Thüreinfassungen, einen Streifen Makulaturpapier an, obwohl gewöhnlich empfohlen wird, die Ecken mit Leinwand zu benageln und die ganze Wand mit Makulatur zu bekleben.

Werden die Ecken und Winkel, welche die Stubenwände mit der Decke bilden, als Hohlkehlen (Vouten) geputzt, so legt man Stroh- oder Rohrwürste in dieselben, nagelt sie mit langen Nägeln fest und giebt ihnen bei dem Abputz durch eine Chablone die Gestalt, welche sie haben sollen.

Will man den Kalkputz besonders haltbar machen, was bei Wetterseiten, Gesimsen und bei Abdachungen in Mauerwerk (sogenannten Wetterschlägen) sehr nothwendig ist, so nimmt man entweder einen guten Cement, den man richtig verarbeitet, oder man setzt dem Kalkmörtel etwa $^1/_4$ bis $^1/_3$ seiner Masse an Ziegelmehl (noch besser aber Steinkohlenasche) anstatt des Sandes zu. Dieses einfache Mittel bildet einen hydraulischen Mörtel, welcher vortreffliche Dienste leistet. Ebenso ist ein Abputz mit Kalk und Cement zu gleichen Theilen gemischt sehr zu empfehlen.

Will man einen recht festen steinartigen Abputz herstellen, so bedient man sich dazu der verschiedenen Cemente (§. 17). Hierbei muß man jedoch, wenn man einen schnell erhärteten Cement anwendet, die Vorsicht brauchen, nie mehr Mörtel anzumachen, als man in ganz kurzer Zeit verbrauchen will, weil er, einmal fest geworden, nicht mehr bindet, abfällt und überhaupt gänzlich unbrauchbar wird.

Man thut daher oft besser z. B. einen langsam erhärtenden Portlandcement anzuwenden, da derselbe, wenn er gut war, in 2 Monaten härter wird, als schnell bindender Romancement.

Es kommt zuweilen vor, daß man solchen Cementputz abweißen oder mit Kalkfarbe abfärben will. Es haftet Kalkweiße, Kalkfarbe und auch Oelfarbe nur dann gut, wenn man die zu färbenden Stellen zuvor mit Essig oder mit verdünnter Salzsäure abgewaschen hat. Will man dem Portlandcement einen haltbaren Oelanstrich geben, so beizt man denselben mit verdünnter Eisenvitriol-Lösung.

Auch müssen alle hydraulischen Mörtel nur nach vollständiger Austrocknung des Mauerwerks angewendet werden, weil sonst alle in den Mauern befindliche Nässe unausweichbar darin verschlossen wird. In Hamburg putzt man die Häuser, besonders die Plynthen, mit einer Mischung von Sand, Kalk und Theer.

c) Putz auf Bruchsteinen. Sind die Bruchsteine groß, d. h. über $1/3$ Meter im Quadrat, so würde im Aeußeren ein Kalkputz darauf wenig haften, in diesem Falle ist es besser blos auszufugen, aber keinen Bewurf anzubringen, wenn nur die Steine sonst einigermaßen dauerhaft sind.

Werden dagegen kleinere Steine verwendet, so pflegt man schon des besseren Aussehens wegen einen Abputz daran anzubringen, welcher, nachdem die Fugen 3 zm tief ausgekratzt und ausgefegt sind, nach erfolgtem Annässen dann auch haltbar ist, weil die Fugen nicht weit von einander entfernt sind und den Bewurf der Steinflächen halten helfen.

Im Innern darf man füglich keine harten Bruchsteine anwenden, weil sonst die Mauern schwitzen und ungesund sind. In diesem Falle verkleidet man sie mit Ziegeln und demnach gilt für den Putz das vorhin Gesagte. Ist der Stein ein sogenannter milder Sandstein, dann verkleidet man ihn oft nicht und putzt dann mit Kalkmörtel oder auch mit Lehm und fertigt oft den dritten Antrag, indem man auf den ziemlich ebenen, noch feuchten Lehmputz feinen Kalkmörtel mit der Kartätsche aufreibt. Wo man sehr feste Steine im Innern verwendet hatte, fiel der Putz ab; man suchte, nachdem die Fugen tief aufgekratzt wurden, mit fettem Lehm (Thon) einen haltbaren Putz herzustellen; indessen kann man dies nur mit gutem Cement erreichen; aber auch dieser wird niemals so ganz trocken, wie auf trockenen Wänden.

d) Putz auf Lehmsteinen. Sollen innere Lehmsteinwände

geputzt werden, so verwendet man dazu Lehm, dem man, um ihm mehr Zusammenhang zu geben, bisweilen kurz gehacktes Stroh (etwa 10zm lang) für den ersten Antrag beimischt und für den zweiten Antrag Flachsabgänge (Scheven) oder Sand. Da Lehm der Witterung nicht widersteht, so hat man bei äußeren Mauern vielfach versucht, einen dauerhaften Kalküberzug anzubringen, aber selbst wenn man in den Lehmputz Ziegelbrocken drückt, so daß dieselben etwas vorstehen, um den folgenden Kalkrapputz besser zu halten, ist der Erfolg nicht immer sicher; aber ohne dies Verfahren oft noch ungenügender. Denn Lehm und Kalk verbinden sich nicht innig mit einander, und ein Kalkputz auf Lehmsteinen wird daher oft abfallen (besonders in größerer Höhe und auf der Wetterseite), selbst wenn man auch zu folgenden Mitteln schreitet, um ihn haltbar zu machen.

Das erste Erforderniß ist immer, entweder die Lehmsteine mit hohlen Fugen zu mauern oder die Fugen 2zm tief auszukratzen, auch diese nicht zu klein zu machen, da der Kalk, welcher durch das Anwerfen in die Fugen hineindringt und sich darin festsetzt, zugleich auch den Abputz auf den äußern Flächen der Steine zu halten die Aufgabe hat.

Außerdem ist darauf zu sehen, wenigstens die vordersten Lehmsteine so zu bereiten, daß ihre Oberfläche sich leichter mit dem Kalke verbindet. Deshalb mischt man bei dem Streichen der Lehmsteine Flachsscheven oder Kaff hinein, wodurch sie eine rauhe Oberfläche erhalten, auf welcher der Kalk besser sitzt.

Oder man bestreut bei dem Streichen der Lehmsteine dieselben mit sehr scharfem Sande.

Oder man bereitet die vorn zu liegen kommenden Lehmsteine aus scharfem Sande, Lehm und etwa $1/8$ der Masse gelöschten Kalkes. Hierbei ist jedoch zu merken, daß wenn die Ziegelstreicher solche Ziegel ohne in die Form schlagen, die Hände durch den beigemischten Kalk sehr leiden, weshalb die Arbeiter nur ungern daran gehen. Außerdem möchte das umstehend vorgeschlagene Verfahren besser, wiewohl kostspieliger sein.

Oder man theert die ganze Mauer, bevor man sie abputzt, da sich der Theer mit dem Lehm und der Kalk mit dem Theer verbindet.

Man kann alle diese Mittel verwenden, aber nichts destoweniger ist der Kalkputz, auf Lehmsteinen angewendet, nur unter günstigen Umständen haltbar; das heißt, wenn er vor Schlagregen durch weit vorspringende Dächer hinlänglich gesichert ist, wenn er nicht in großer

Höhe und wie erwähnt nicht an der Wetterseite verwendet wird; auch dürfen solche Gebäude nicht mehr als ein Stockwerk hoch sein.

Man findet auch Lehmsteinmauern, wo die dritte oder vierte Schicht eine Mauersteinschicht ist. Dadurch wird der Abputz allerdings etwas haltbarer, allein im Ganzen ist wenig dadurch gewonnen und die Kosten werden bei gewöhnlichen Gebäuden nicht unbedeutend erhöht. Will man die Lehmsteinmauern nicht mit einem förmlichen Abputz versehen, sondern sie nur haltbar abweißen, so kann man sie vorher mit Steinkohlentheer anstreichen, oder man macht eine dünne Schlempe von Kuhmist, streicht damit die Mauern vermöge eines Mauerpinsels bei warmem trockenem Wetter, womöglich bei Sonnenschein an, läßt diesen Anstrich gut trocknen, welches in ein bis zwei Tagen geschieht, und trägt dann wie gewöhnlich die Kalkweiße oder Färbung auf. Der mit weichem Wasser verdünnte Kuhmist klebt als thierischer Leim an den Lehmsteinen fest und zieht auch die Kalkweiße an.

Was hier von dem Abputz auf Lehmsteinen gesagt wurde, gilt natürlich auch von gerammten Steinen, Lehmpatzen 2c.

e) Abputz der Mauern von gestampfter Erde (Pisé). Es ist bis jetzt leider noch nicht gelungen, ihnen einen andern haltbaren Abputz zu geben. Die Ursachen davon liegen erstens darin, daß der Kalk an Lehm und Gartenerde überhaupt nicht haftet, und zweitens an der zu glatten Oberfläche der Pisémauern, welche nicht einmal Fugen in geringen Entfernungen darbieten, wie die Lehmsteinmauern.

Ein, aber leider auch unzuverlässiges Mittel, den Kalkputz auf Pisé haltbar zu machen, ist, daß man Mauersteinstückchen in die noch weiche Masse dicht neben einander eindrückt, woran sich der Abputz halten kann.

Außerdem verfährt man in gewöhnlichen Fällen folgendermaßen. Wenn die Masse halbtrocken ist, wird mit einem rauhen und stumpfen Besen die ganze Mauer gestoßen, so daß sich eine rauhe Oberfläche mit vielen kleinen Löchern bildet. Dann mischt man einen Mörtel von scharfem Sande und halb Lehm, halb Kalk und macht damit einen schwachen Rapputz auf der Lehmmauer. Ueber diesen Bewurf macht man, wenn er trocken ist, einen zweiten Rapputz von gewöhnlichem Kalkmörtel, und unter sonst günstigen Umständen erhält man einen brauchbaren Bewurf. Ueberhaupt wird Rapputz an Lehmmauern immer besser haften, als glatter Putz, welcher bei starkem Abreiben noch leichter von dem Lehm losläßt.

Außerdem gilt nebenbei hier noch alles das, was wir eben von dem Putz auf Lehmsteinen noch gesagt haben.

f) Abputz auf gestampften Mauern von Kalk und Sand und auf Mauern von Gußwerk.

Diese Mauern bedürfen entweder gar keines oder nur eines sehr dünnen Abputzes, da sie nach der Erhärtung an sich schon steinartig sind. Aus demselben Grunde lassen sie sich sehr leicht auf die gewöhnliche Art weißen und färben. Oelanstrich, sowie jeder andere dichte Ueberzug würde sogar nachtheilig wirken, da er die Poren des Mauerwerks verschließt und deshalb die nachhaltige allmählige Erhärtung hindert.

§. 94. Abputz auf Holzwerk.

Wir müssen hierbei den Abputz auf einzelnen Holzstücken wie Balken, Stiel- und Riegelwerk, oder Putz auf ganzen Holzflächen, wie Bretterwände und mit Brettern verschalte Decken unterscheiden. Soll auf Holzwerk geputzt werden, so muß zuvörderst eine Zurichtung desselben getroffen sein, daß der Putz daran haften kann, weil er es sonst an der glatten Oberfläche nicht thut und überdieß das Zusammentrocknen, Reißen und Werfen des Holzes den Putz zerreißt.

Es giebt vielerlei Mittel, den Bewurf auf Holzwerk haltbar zu machen. Wir wollen sie der Reihe nach anführen.

a) Soll ein sogenannter ganzer Winkelboden geputzt werden, wobei bekanntlich die zwischen den Balken befindlichen Flächen aus Lehmebenen bestehen, so fährt der Lehmer auf dem noch weichen Lehme mit den Händen so herum, daß durch die Finger vertiefte Streifen entstehen, woran der Lehmabputz haftet.

Die Balken werden mit einem spitzen Mauerhammer eingehauen, daß sich Unebenheiten bilden, woran der Putz ebenfalls haftet. Es ist hierbei zu bemerken, daß der Putz so schwach als möglich angetragen werden muß; höchstens einen halben Zoll stark, weil er sonst (da er nur durch die geringen Unebenheiten an Balken und Decken gehalten wird) vermöge seiner Schwere herunterfällt.

Es ist dies die allerschlechteste Art, obgleich sie vielfach angewendet wird, auch kann man sie höchstens bei innern Decken und Fachwerkswänden gebrauchen; im Aeußern verwendet, taugen sie gar nichts.

b) Der Rohrputz ist besser als der vorige. Er besteht darin, daß man Rohrstengel von etwa 2zm Durchmesser vermittels übergespanntem Draht mit Rohrnägeln an das Holzwerk befestigt. Hier-

durch entstehen Zwischenräume zwischen den Rohrstengeln, welche nach hinten zu weiter, nach vorn zu enger sind. Dringt nun der Mörtel beim Bewurf in diese Zwischenräume ein und trocknet, so kann er nicht wieder heraus- und abfallen. Sollen Holzwände oder Decken durchaus keine Haarrisse zeigen, so rohrt man sie doppelt in verschiedener Richtung übereinander, wodurch bewirkt wird, daß das Holz beim Reißen und Zusammentrocknen gar keinen Einfluß auf die Putzfläche ausüben kann.

Der Rohrputz wird in ähnlicher Art wie die Bespriegelung angefertigt. Das Rohr wird in Halmenbreite von einander, mit Abwechselung der Spitzen und Stammenden, gleich dick und eben an dem Holzwerk ausgebreitet und dann mit ausgeglühtem Draht querüber dadurch befestigt, daß man diesen Draht in Entfernungen von 15—21^{zm} mit einem Rohrnagel befestigt.

Auf Stiel- und Riegelwerk werden die Rohrstengel so lang geschnitten, als die Holzstücken breit sind; alsdann wird etwas Weißkalk (ohne Sand) an das Stiel- und Riegelwerk mit dem Rücken der Kelle angestrichen und die Rohrstengel darein gedrückt, so daß sie mit ihren Enden rechtwinklig oder schräg auf der Länge der Hölzer stehen, hierauf wird das Rohr durch drei Drahtzüge auf jede 10^{zm} einen Nagel gerechnet, befestigt. Das Holz kann nun nach der Quere eintrocknen und schwinden, ohne daß der Putz Risse bekommt. Die Rohrstengel, die noch etwas über die Holzbreite hinausreichen, bleiben so, ohne daß es dem Abputz schadet.

Auch Decken mit ausgelehmten Fachen werden berohrt; entweder rohrt man hierbei die Balken allein, oder die ganze Deckenfläche, welches besser ist.

Wenn das Rohr gehörig ausgebreitet ist, so wird es längs des Balkens mit zwei, besser mit drei Drahtzügen, längs des Faches aber mit drei bis vier Drahtzügen befestigt. Die Drähte erhalten auf den Balken von 10 zu 10^{zm} einen Rohrnagel, auf den Fachen aber alle 13^{zm} höchstens alle 15^{zm} einen Lattnagel, der bis in das Staakholz reicht.

Unten mit Brettern verschalte Decken oder auch Bretterwände werden ebenso berohrt und bespriegelt. Die Drahtzüge quer über das Rohr kommen 10 bis 15^{zm} und die Rohrnägel 10^{zm} von einander zu stehen.

Damit die Decken und Bretterwände bei ihrem Zusammentrocknen den Putz nicht zu sehr aufreißen, werden entweder nach der Länge

aufgeschnittene Bretter zur Verschalung genommen, oder man spaltet die Schalbretter bei dem Annageln mit einer Zimmermannsaxt durch, so daß sie aber mit den Splittern noch zusammenhängen, wodurch ihr Schwinden nach der Breite unschädlich gemacht wird.

Damit das Rohr nicht an der Schalung anliegt, sondern der Mörtel sich vollständig um dasselbe herumschlingen kann, werden querüber Rohrstengel in 15—21 zm Entfernung untergelegt. Noch besser ist eine doppelte Berohrung; hierbei wird die zweite Berohrung in gleicher Art quer über die erste, und zwar jede besonders aufgenagelt. Die Nägel der zweiten Berohrung sind dann 1 zm länger. Die Berohrung sowohl, als die beschriebene Art der Bespriegelung ist nur im Innern haltbar, im Aeußern aber nicht zu gebrauchen, denn besonders gegen die Wetterseite fällt der Bewurf alljährlich ab.

Anstatt der Rohrstengel bedient man sich in einigen Gegenden der sogenannten Spriegel, welches dünne Ruthen von Haselnußsträuchern, auch von Weiden und Erlenholz 2c. sind.

Auch benagelt man das Holzwerk in einigen Gegenden mit sogenannten Schindeln. Es sind dies dünn gespaltene 3—4 zm breite Schleisen oder Spähne. Auf jeden Stiel rechnet man gewöhnlich zwei oder besser drei, die nach der Länge desselben aufgenagelt werden.

Zuerst wird dann das aufgepiekte Holz mit einer dünnen Lage Lehmstroh (gewöhnlich mit etwas Kalk gemengt) rauh überzogen, und dann beschindelt. Hierauf wird mit einem Gemenge von Lehmstroh und etwas Kalk berappt. Ehe der Ueberzug von Kalkmörtel darüber kommt, kann der rauhe Rappbewurf mit einem abgestutzten Besen so gestoßen werden, daß darin dicht aneinander kleine Löcher entstehen, die in den Wänden schräg von oben nach unten stehen, in den Decken aber schräg gegeneinander. Die untern Lehmlagen dürfen nie ganz ausgetrocknet sein, wenn die obere Lage darauf kommt.

Es ist in allen diesen Fällen gut, durch beigemengte Kuh- oder Kälberhaare dem Mörtel mehr Halt oder Zusammenhang zu geben.

Diese Art Abputz ist nur im Innern, niemals im Aeußern zu verwenden.

c) Putz auf Holzpflöckchen. In den Ostseeprovinzen wird an den äußern Fachwerkswänden der Abputz in folgender Weise befestigt: Man schneidet kleine Holzpflöckchen, etwa 2 zm lang, die am Kopfe etwa 2 zm Durchmesser haben und unten zugespitzt sind. Dann

haut der Maurer mit einem Spitzhammer Löcher in das Holzwerk, welche etwa einen 0,6 zm von einander stehen. In diese Löcher werden die Holzpflöcke eingetrieben, daß sie etwa 0,5 zm vor dem Holzwerk vorstehen. Diese Pflöcke bilden nun wieder Zwischenräume, welche hinten weit und vorn eng sind, also das Herausfallen des getrockneten Bewurfs hindern. Nun wird der Putz so stark angetragen (am Besten in zwei Lagen), daß er noch 0,6 zm über die Köpfe der Holzpflöcke vorsteht.

Dieser Putz wird im Innern nie gebraucht, weil er etwas theurer als der Rohrputz ist. Es geschieht zwar auch, daß dieser Putz zuweilen abfällt, besonders gegen die Wetterseite und bei großen Höhen, jedoch hält er immer noch besser im Aeußern als Rohrputz.

Die Fache selbst werden geputzt, wie wir bei dem Abputz der Mauern gesagt haben, je nachdem sie mit Mauersteinen, Lehmsteinen oder Bruchsteinen ausgemauert sind.

d) Putz auf schwalbenschwanzförmigen Leisten. Will man auf Fachwerk und Bretterwänden im Aeußern durchaus einen haltbaren Abputz fertigen, so verfährt man wie folgt:

Es werden 2 zm starke Bretter nach der Länge in Streifen von 3 zm Breite geschnitten. Diese Streifen oder dünnen Leisten werden so abgehobelt, daß sie nach unten schmaler als oben sind. Oben bleiben sie 3 zm breit, unten werden sie nur 1 zm breit. Nun nagelt man diese Latten mit 5 zm langen Nägeln so an das Stiel- und Riegelwerk, daß sie mit der schmalen Seite an das Holz, mit der breiten Seite aber nach der Straße stehen. Die Entfernung der einzelnen Latten darf nicht über 15 zm von Mitte zu Mitte, oder von Unterkante zu Unterkante betragen. Die Latten werden außerdem parallel mit dem Fußboden aufgenagelt (also wagerecht). Alsdann trägt man den Bewurf am besten in zwei Lagen so auf, daß er 1 zm hoch vor der äußern Fläche der Latten vorsteht, also im Ganzen 3 zm dick wird.

Will man einen, jedem Wetter trotzenden Putz bereiten, so nimmt man anstatt des Sandes Ziegelmehl zum Kalk, oder man kann auch folgenden Mörtel bereiten. Man nimmt 24 Theile Gypsmehl (frisch gebrannt), 8 Theile ungelöschten (gepulverten) Kalk, 11 Theile Steinkohle, gepulvert und gesiebt und 11 Theile Wasser (weiches).

Alles körperlich gemessen, nicht nach dem Gewicht. Hierauf mischt man die Masse in einer Kalkbank, rührt aber nicht mehr an, als auf einmal verbraucht werden soll, da sie rasch trocken und fest

wie Stein wird. Streicht man diese Masse mit Oelfarbe an, so widersteht sie jeder Witterung auch auf der Wetterseite.

Werden die Stiele und Riegel mit solchen Latten oder auch mit Holzpflöckchen benagelt, so müssen um die Fenster- und Thüröffnungen herum Leisten von etwa 5^{zm} Breite genagelt werden, welche so stark als der ganze Bewurf sind. Es würden also diese Leisten bei Holzpflöckchen 3^{zm} stark, bei dem eben beschriebenen Abputz aber 4^{zm} stark sein müssen. Sie werden mit Oelfarbe der bessern Haltbarkeit wegen gestrichen. Die Fachwerksgebäude erhalten hierdurch ein massives Ansehen. Es hält ein dergleichen Abputz so lange, bis das Holzwerk endlich nach langen Jahren vermodert. Man entgeht aber zugleich dem großen Uebelstande aller Fachwerksgebäude, daß die Fugen der Fache sich lösen und alle Jahre verschmiert werden müssen, wenn nicht Regen oder Nässe in die Wände dringen soll.

Rechnet man hierzu die große Ersparniß der Kosten, daß man anstatt der gebrannten Mauersteine Lehmsteine zum Ausfachen nehmen kann, so geht daraus hervor, daß diese Methode namentlich dann Anwendung findet, wenn man genöthigt ist von Holz zu bauen, und wenn die Stielweite nicht über $1^1/_2{}^m$ beträgt, weil bei größerer Entfernung die Latten einbiegen würden, da sie sich nur am Holzwerk, nicht aber an den Fachen annageln lassen.

§. 95. Bekleidung der Mauern mit Platten.
(Nachahmung in Putz.)

Im Alterthume hat man vielfach die aus Ziegelmauerwerk bestehenden Gebäude außerhalb und innerhalb mit Platten von Stein bekleidet, theils um zu dem Kern der Mauern ein wohlfeileres, geringeres Material verwenden zu können, theils um die Außenflächen mehr gegen die Witterung zu schützen.

Die Steinplatten (natürliche oder künstliche) werden so eingesetzt, daß Streckerschichten mit Plattenschichten wechseln. Vergl. Fig. 734 A. Damit die Platten nicht aus der Mauer herausfallen können, werden die Strecker schwalbenschwanzförmig oben und unten bearbeitet, und die Platten oben und unten entsprechend. Diese Art der Aufmauerung kann jedoch nur stattfinden, wenn die Bekleidung mit der Mauer gleichzeitig aufgeführt wird. Damit in diesem Falle das Senken nicht nachtheilig wirke, muß die Aufführung des Mauerwerks sehr langsam geschehen. Auch müssen Steine und Mörtel von der besten Art sein. Am besten nimmt man einen Cementmörtel, welcher

Fig. 734.

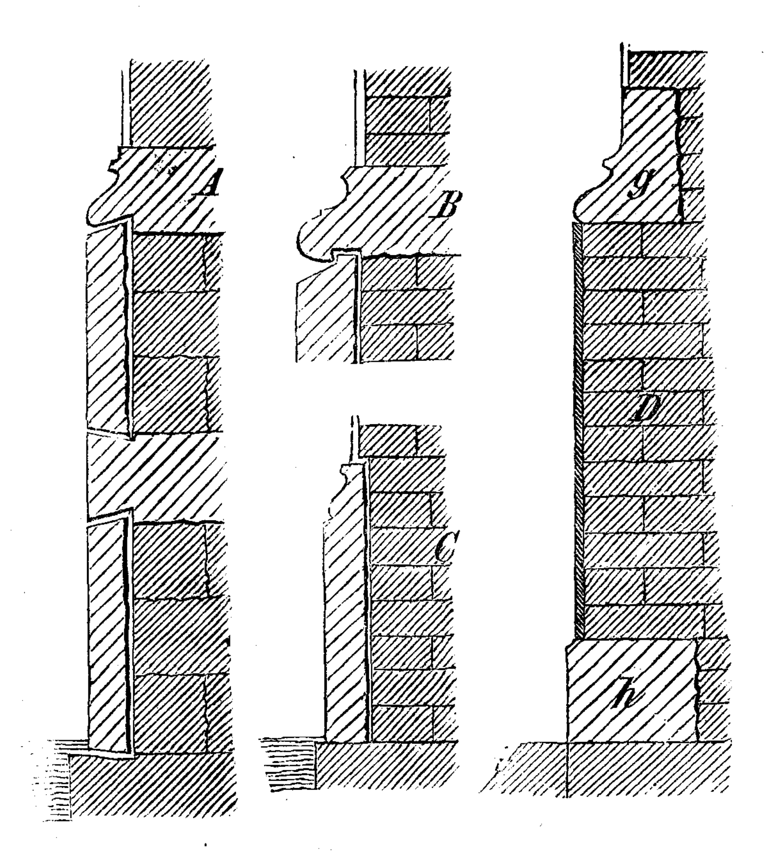
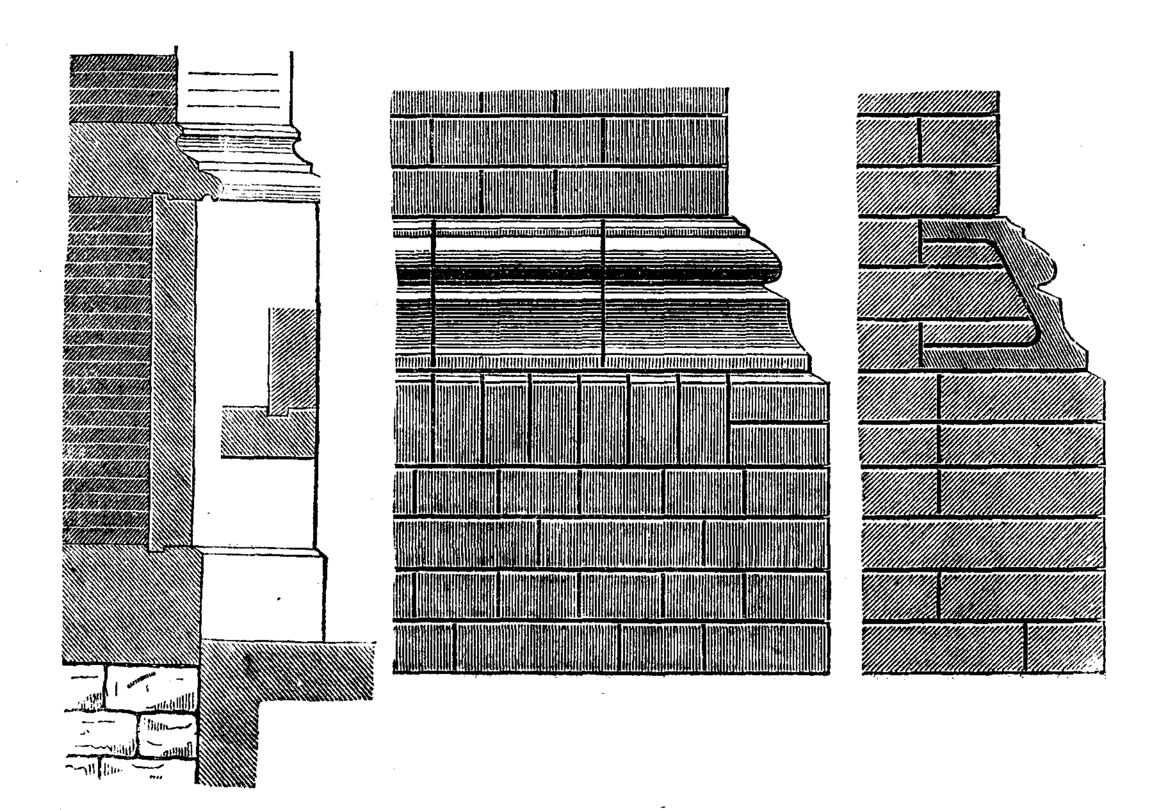


Fig. 735 u. Fig. 736.



schnell trocknet. Ebenso muß das Aufmauern möglichst gleichmäßig geschehen. Besser ist indessen immer eine Verkleidung durch ganze Werkstücke (Strecker und Läufer).

Eine andere Construktion einer verblendeten Plinthe ohne Ankerstein zeigt Fig. 735. Der Ersparniß wegen wird auch das Sockelgesims, anstatt aus Sandstein, nach Fig. 736 mit hohlen Formsteinen hergestellt.

Wenn man daher Mauern aus Hausteinen aufführt, so ist das natürlichste und beste die Steine an den Fronten zu scharriren oder zu werken, wenn sie wetterbeständig sind.

Werden Plynthen der Gebäude mit Steinplatten verkleidet, ohne daß man Bindersteine anwendet, so befestigt man die Platten mit eisernen Stichankern, die an der Platte fest angegossen sind, indem man die Stichanker bei dem Höherführen der Mauer mit vermauert. Oder wenn an bereits stehenden Mauern solche Platten vorgelegt werden sollen, so hat man zuvor Löcher für die Stichanker der Platten, hinten weiter als vorn, steckt alsdann die Stichanker hinein und vergießt sie entweder mit Blei oder Schwefel, sobald letzterer nicht mit Eisen in Berührung kommt, aber niemals mit Gyps.

Die Form der Platten ist hierbei im Verhältniß wie 4 zu 5 zu wählen; überhaupt so groß wie möglich, da zu kleine Platten zu viel Klammern, Vergießungen und Fugen herbeiführen. Eine solche Plattenverkleidung giebt zwar dem Gebäude ein solides Aussehen, wenn die Platten groß sind, aber zur Verstärkung der Construction trägt sie nichts bei, sondern ist blos wie ein dauerhafter Mauerputz zu betrachten, weshalb man sie oft erst anbringt, nachdem das übrige Mauerwerk abgeputzt ist und das Gebäude sich gesetzt hat. Andernfalls spart man die Stichanker, indem man die Platten in einen Falz des Bindersteins A oder B (an welchem das Sockelgesims angearbeitet ist) greifen läßt; jedoch muß so viel Spielraum verbleiben, daß das Mauerwerk des Sockels sich setzen kann, weil sonst der Stein A und B zerbrechen würde.

Eine der Plattenverkleidung ähnliche Wirkung erzielt man, wenn man nach Fig. 634 D bei h und g Werksteine einlegt, den dazwischenliegenden Theil der Plynthe aber wo möglich mit Portlandcement putzt, quadert und bei i ein Gerinne anlegt. Daß zu dem Putz die Fugen wenigstens 3zm tief offen oder ausgekratzt und ausgekehrt sein müssen, ist hinreichend oft bemerkt, und ebenso versteht es sich, daß die andern Vorsichtsmaßregeln (Abkehren des Mauer-

werks, Anfeuchten, Glätten und Feuchthalten des Putzes) hier ganz besonders beachtet werden müssen.

§. 96. Anstriche der Mauerflächen und des Holzwerkes.

a) Kalkweiße und Kalkfarben. Wenn der Abputz einer Mauer trocken geworden ist, wird er mit einem dünnen Kalkwasser vermittelst eines stumpfen Mauerpinsels angestrichen, man nennt dies das Schlemmen der Mauer. Da aber hiervon der Farbenton noch nicht gleichmäßig genug wird, so überstreicht man die geschlemmte Wand nochmals mit Kalkwasser, wozu man aber möglichst weißen Kalk verwendet, um ein besseres Ansehen zu erreichen. Die meiste Kalkweiße wird mit der Zeit gelb, deßhalb mischt man etwas Lakmus darunter, um ihr einen bläulichen Ton zu geben, welcher sich auch länger weißscheinend erhält. Alte schmutzige Wände muß man wohl dreimal, auch wohl noch öfter weißen.

Die Kalkweiße hat einzig und allein daß Gute, daß sie, in Wohnungen von Zeit zu Zeit angewendet, alles Ungeziefer tödtet, welches sich in und an den Wänden aufhält; sonst hat sie den Nachtheil, daß sie alle Verzierungen nach und nach dick verschmiert und ihre Formen unkenntlich macht. Nebenbei hat sie eine schreiende, für das Auge widerlich blendende Farbe.

Aus dieser letzten Ursache ist z. B. im Preußischen das bloße Abweißen der Häuser nach der Straße zu aus Gesundheitsrücksichten verboten.

Kommen am Aeußern der Gebäude farbige Anstriche vor, so werden die Farbenstoffe in die Kalkweiße gethan, umgerührt, bis die Farben gleichmäßig aufgelöst sind, und dann vollzieht man den Anstrich.

In diesem Falle ist es besser die Mauern zwar zu schlemmen, aber nicht zu weißen. Die Kalkweiße bildet eine ganz dünne Kruste, welche leicht abfällt und durch jede geringe Veranlassung abgestoßen werden kann, wobei die darauf sitzende Färbung mit herunterfallen und weiße Flecken entstehen würden.

Will man aber die Wände mit Leimfarbe malen, so thut man am besten, weder zu schlemmen noch zu weißen, sondern den Abputz entweder mit Milch oder mit einer Auflösung von schwarzer Seife, oder mit einem Alaunwasser zu überziehen.

Wenn der Kalk nicht ganz trocken ist, bleicht er die bunten Farben aus, wodurch häßliche Flecken im Anstrich auf den Stellen entstehen, welche man zuvor mit Kalkmörtel gebessert hat.

Kalkweiße auf Lehmwänden haftet schlecht, wenn man letztere nicht vorher mit Milch, schwarzer Seife (Schmierseife) oder Alaunwasser geschlemmt hat. Mit 1 k Schmierseife wird man etwa 85 □m überstreichen können.

Sollen alte, oftmals geweißte Wände neu gemalt werden, so hilft es gar nichts, sie zu weißen und darauf zu malen, im Gegentheil muß man die alte Weißekruste mit Sandsteinstücken oder einem Eisen abreiben, dann mit Milch ꝛc. schlemmen und nun darauf malen.

Man bedient sich zum Häuseranstrich meistentheils der Erdfarben, weil dies die beständigsten und wohlfeilsten sind, auch gebraucht man Mineralfarben. Pflanzenfarben aber bleichen an der Luft schnell aus.

Anstriche in grellen Farben, wie weiß, roth, blau, gelb ꝛc. sehen immer schlecht aus, dagegen sind gebrochene Farben in großen Flächen sehr angenehm für das Auge.

Ein Paar sehr angenehme Anstriche sind folgende:

Ein graugrünlicher Steinfarbenanstrich, aus $7^1/_2$ Theilen gelöschten Kalkes, 1 Theil Kohlenschwärze von Faulbaumholz aus der Pulvermühle, $1^1/_2$ Theile Umbra (Umbraun), $1^3/_4$ Theile gelbe Erde.

Die Farben sind nicht nach dem Gewicht bestimmt, sondern körperlich gemessen. Die Masse wird mit weichem Wasser angerührt.

Einen andern sogenannten steingrünen Anstrich, der etwas in's Blaue spielt, geben folgende Verhältnisse: 1^K Weiß (Kreide, Kalk), 12^{dg} Chromgelb, 12^{dg} Ultramarinblau mit $1^1/_2{}^{dg}$ Schwarz.

Einen angenehm gelblichröthlichen Anstrich, welcher besonders im Freien unter Bäumen angenehm in die Augen fällt, giebt folgende Mischung:

Zu $3^1/_4{}^{kbm}$ gelöschten Kalkes nimmt man $1^1/_2{}^k$ frankfurter Schwarz, $4^1/_2{}^k$ hellen Ocker, $4^1/_2{}^k$ Umbra, $^1/_2{}^k$ englisch Roth.

Eine andere gelbliche Sandsteinfarbe geben 2^k Kreide, 12^{dg} Ocker und 2^{dg} Schwarz.

Es ist besser, die Farbenstoffe 2 Tage einzuweichen, und dann erst dem Kalkwasser zuzugießen, als die rohen Farben gleich damit zu mengen. Es löset sich alles gleichmäßiger auf.

Es kommt oft vor, daß in den Gebäuden solche Putzstellen geweißt oder angestrichen werden sollen, wo Schornsteinruß durch die Wände gedrungen, oder Rauch dieselben sehr geschwärzt hat; in diesem Falle bediene man sich des folgenden Mittels. Man rührt Kien-

ruß in etwas Kornbranntwein ein, mischt dies mit dickgelöschten Kalk und dann mit Wasser, in welchem etwas Alaun aufgelöst worden, so daß er als Anstrich dünn genug ist. Mit diesem Gemenge überstreicht man solche Wände und Decken, das erstemal schwarzgrau, das zweitemal etwas lichter, worauf man ohne Bedenken den weißen Grund, und wenn es gefordert wird, jede beliebige Farbe auftragen kann, nur muß man so vorsichtig sein, die ersten Anstriche völlig hart austrocknen zu lassen. Dasselbe Verfahren ist auch bei Decken angewandt worden, wo Nässe durchgedrungen und fleckige Stellen entstanden waren, die sich sonst ohne Abschlagen des Putzes oft nicht ganz beseitigen lassen. Man hat sehr häufig versucht solche Stellen durch Oelfarbenanstrich zu verdecken. Auch kann man die Stellen mit dünnem Schellack, der in Spiritus gelöst worden ist, überstreichen. Dieser Anstrich trocknet schnell und darf nicht so dick sein, daß er nach dem Trocknen stark glänzt; wäre dies der Fall, dann müßte man ihn mit Bimsstein rauh schleifen, weil sonst ein Abblättern stattfindet. Auf diesen Schellackanstrich streicht man alsdann die Leimfarbe.

Will man mit Lehm geputzte Wände farbig anstreichen, so wird der Lehmputz mit Kreideleimfarbe grundirt und alsdann werden die anderen Farben aufgebracht, welche auf Lehmputz besonders klar und schön stehen, ohne sich zu verändern. Ein anderes Verfahren besteht darin, daß man die Wand mit einer Mischung von etwa $^1/_3$ Leim und $^2/_3$ Stärke überstreicht; sollen nun, was häufig geschieht, die Wände blau werden, so wird auf den Stärkeleim ein grauer Grund gegeben, indem man eine Leimfarbe aus etwa 1^{k} Kreide und 6^{dg} Rebenschwarz aufstreicht. (Beide Farben geben in der obigen Mischung eine Art silbergrauen Farbeton.) Auf diesem grauen Grunde wird alsdann der blaue Leimfarbenanstrich hergestellt. Auf etwa 75^{dg} Blau (Ultramarinblau) braucht man 25^{dg} Leim und kann damit ein Zimmer von etwa 5^{m} im Quadrat und 3^{m} Höhe streichen.

Die gewöhnlich vorkommenden Farbstoffe sind:

Weiß. Kreide, Kremnitzerweiß, Bleiweiß, Schieferweiß, Zinkweiß.

Schwarz. Kienruß, Frankfurter Schwarz oder Rebenschwarz.

Grau. Schlemmkreide und Rebenschwarz.

Roth. Englischroth (Krapplack kommt selten vor), Todtenkopf (caput mortuum), Bolus.

Gelb. Heller Ocker, Schüttgelb, Neapelgelb.

Blau. Smalte, Indigo, blaues Lakmus, blaue Eisenerde, Bremerblau, Ultramarinblau.

Braun. Mittel und dunkler Ocker, kölnische Erde, gebrannte braune Erde.

Grün. Grüne Erde, pariser Grün, und alle Mischungen aus Blau und Gelb.

Die Anstriche mit Oelfarbe, Wachsfarbe ꝛc. fertigt der Maler, weshalb wir sie hier übergehen; nur muß bemerkt werden, daß, wenn ein Oelanstrich erfolgen soll, so darf die Mauer weder geschlemmt noch geweißt werden, sondern der glatte Abputz bleibt für den Maler stehen, welcher ihn dann, nachdem der Untergrund trocken ist, mit Oelfirniß grundirt.

Wenn man das Glänzen der Oelfarbe nicht angenehm findet, so wähle man statt derselben Wachsfarbe.

Endlich verweisen wir auf das Wasserglas, das zuerst von Professor Fuchs in München dargestellt, in Frankreich und mehr und mehr auch in Deutschland Anwendung fand. Dasselbe dient in reiner Wasserlösung zum Anstrich von Kalkputz, von Sandstein, Eisen, Zink, Messing; ferner zum Schutz des Holzes und anderer brennbarer Substanzen. Es gestattet aber auch die Beimischung von mehreren Farbstoffen, namentlich die von Ocker und Englischroth und andererseits können auch die Farbstoffe auf den bereits getrockneten Wasserglasanstrich aufgetragen werden. (Weiche Schreibkreide in Wasserglaslösung eingetaucht oder damit angefeuchtet wird in wenig Minuten an der Oberfläche steinhart.) 50^{k} dicke Wasserglaslösung kostet etwa 5 Thaler und etwa 1^{k} sollen zum Ueberziehen von circa $8\square^{m}$ Kalkputz ausreichen.

Ueber das Färben von Cement schreibt die Baugewerkszeitung: Setzt man Farbentöne zur frisch angemachten Cementmasse, so werden dadurch keine reinen Farbentöne hervorgebracht; auch wird die Festigkeit der Cementmasse mehr oder minder geringer. Sehr dauerhafte Färbung erhält man durch stereochromische Anstriche, billige und ebenso dauerhafte Anstriche stellt man dar, wenn man den trockenen Farbkörpern ein gleiches Volumen fein pulverisirten, gerösteten Chalcedons (Feuerstein) beimengt und diese Mischung, mit dünner Kalkmilch angerührt, auf den frischen Oberflächen der Cementarbeiten aufträgt. Noch besser haftet der Anstrich, wenn man der flüssigen Farbe etwas Wasserglas beimengt. Das durchscheinend hellgraue Pulver des geröstetеten Chalcedons hat eine so geringe Deckkraft, daß die Farben durch dessen Beimengung kaum verändert werden. Selbstredend sind nur echte, gegen Alkalien unempfindliche Mineralfarben

anwendbar. Der Widerstand gegen atmosphärische Einflüsse ist so vollständig, wie der des Cementgusses selbst, ein Ablösen findet nicht statt. Der Ton dieser Anstriche ist sehr angenehm durchscheinend und den ästhetischen Gesetzen der Sculptur und Architectur angemessen. Wandflächen von großer Schönheit erhält man durch Auftragen einer Mischung von feinpulverisirten Marmor und Chalcedon zu gleichen Theilen. Dieser Mischung setzt man etwas Chromoxidgrün zu, so daß der Ton desselben schwach zur Geltung kommt. Das Auftragen des Anstrichs muß stets kurz nach dem Abbinden des Cements geschehen und die Technik so gehandhabt werden, daß möglichst ein einziger Anstrich genügt, um die gewünschte Farbe zu erreichen. Wenn dieser nicht gelingt, so muß der zweite Anstrich mit der in verdünnter Wasserglaslösung vertheilten Farbe gemacht werden. Ein reichliches Bewässern der Arbeit während der ersten 8 Tage nach der Vollendung ist unerläßlich, um die innigste Verbindung des Auftrages mit der Cementmasse zu erzielen.

b) Anstrich auf Holz. Liegt die Absicht vor, das Holz nicht zu färben, sondern hauptsächlich gegen Wurmfraß und Feuersgefahr zu schützen, so empfiehlt sich ebenfalls ein Anstrich von Wasserglas mit einem geringen Zusatz von Schlemmkreide. Ehe man den zweiten Anstrich aufträgt, muß der erste vollständig getrocknet sein und die Masse ist so dünn zu halten, daß die Holzflächen nicht wie lackirt erscheinen.

Im Uebrigen steht der Oelanstrich für Holz obenan, welchen jedoch die Maler und Anstreicher verrichten.

Anstrich des Holzes besorgt der Maurer nur bei Fachwerksgebäuden, wo er gewöhnlich Stiel- und Riegelwerk anzustreichen hat. Dies kann auf mancherlei Art geschehen.

Die gewöhnlichste, aber auch die schlechteste und nutzloseste Art, das Holzwerk anzustreichen, ist, wenn man das Holz gleichzeitig mit den Wänden schlemmt und weißt.

Besser ist Theeranstrich, entweder mit Holztheer oder Steinkohlentheer. Ein solcher Anstrich muß aber mindestens alle zwei Jahre, und wo er der Sonne sehr ausgesetzt ist, mindestens alle Jahre wiederholt werden. Der erste Anstrich soll mit heißem, dünnflüssigem Steinkohlentheer erfolgen, der zweite mit etwas dickem, eingekochtem Theer, dem man etwas Staubkalk zusetzt.

Auch mit sogenannter Theergalle, den wässerigen Theilen des Holztheeres, bestreicht man Holzwerk, um es gegen die Witterung zu

schützen. Daß aber dadurch noch weniger erreicht wird, als durch Theer selbst, ist sehr begreiflich. Einen andern Anstrich auf Holz, welcher ziemlich dauerhaft ist, erhält man durch eine Mischung von 5^{k} Schlemmkreide, 6 Liter Milch, 75^{dg} frisch gelöschten Kalk, $1/2^{k}$ reines Leinöl.

Fester noch ist das sogenannte Schwedischroth, welches auf folgende Art bereitet wird:

Zu 34 Liter Wasser gehören 75^{dg} Harz, 1^{k} Vitriol, 3^{k} fein Roggenmehl, $4 1/2^{k}$ Braunroth (Bolus), 3 Liter Leinöl. Diese Masse muß gut mit einander vermengt und tüchtig mit einander gekocht werden, wenigstens zwei Stunden lang. Dann wird das Holzwerk gewöhnlich zweimal überstrichen, wenn der Anstrich gut schützen soll, sonst nur einmal. Soll aber altes, sehr trocknes Holz angestrichen werden, so muß es dreimal geschehen, da trocknes Holz sehr die Farbe einzieht. Selbstverständlich muß man erst alle größeren Risse sehr gut mit Oelkitt (Glaserkitt) oder mit Käsekitt zu streichen, ehe der Anstrich aufgetragen wird.

Betreff der großen Menge von Anstrichrecepten für Mauerflächen und Holz verweisen wir auf die technischen und Baujournale, bemerken aber, daß für den Holzanstrich meistens mehr oder weniger Leinöl oder Leinölfirniß bedingt wird, weshalb wir hier nicht weiter darauf eingehen können.

Ueber die neuern vielfach angepriesenen Silikatfarben liegen noch keine genügenden Erfahrungen vor.

Zwölfte Abtheilung.

Reparatur von Mauerarbeiten und Einwirkungen, welche zerstörenden Einfluß auf Bauwerke äußern.

§. 97. Reparaturen.

a) Will man neues Mauerwerk an altes anbauen, z. B. einen neuen Anbau an ein altes massives Gebäude, so ist das gewöhnliche Verfahren eine sogenannte Verzahnung (oder Straub) in das alte Gebäude einzuhauen, höchst nachtheilig und zwar aus folgenden Gründen: Das alte vorhandene Mauerwerk setzt sich nicht mehr, wohl aber das neue. Die Setzung des neuen Mauerwerks aber bricht entweder die vorgestreckten Steine der Verzahnung herunter, oder wenn dies nicht geschieht, so drückt das neue Mauerwerk durch sein Setzen die alte Mauer mit herunter, wodurch sehr gefährliche Senkungen entstehen können. Es ist deshalb das Beste, wenn man neue Mauern gegen alte aufführen will, beide ohne alle Verbindung senkrecht neben einander aufzuführen und nur zwischen beiden eine möglichst kleine Fuge zu belassen, so daß sie sich gar nicht berühren; damit der Wind nicht durch die Fuge streicht, kann man in der alten Mauer einen Falz einhauen und das neue Mauerwerk stumpf, also ohne Verband, in den Falz hineinreichen lassen.

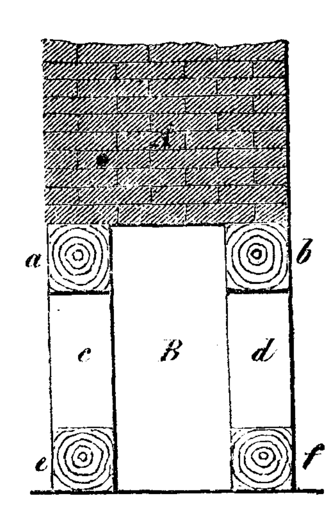
Ist man genöthigt den neuen Anbau auf ein Stück des alten Fundaments mit aufzusetzen, so muß man bei dem neuen Mauerwerk so kleine Fugen als möglich machen (dasselbe auch, wenn es sein kann, mit Cementmauern), damit es sich so wenig als möglich setze.

b) Wird ein Haus zwischen zwei andern, wie es namentlich in Städten vorkommt, weggerissen, so müssen beide Nachbarhäuser mit Balken, welche man unten in sogenannte Treibladen stellt und oben gegen ein an die Mauer gelegtes Langholz spreizt, so lange abgesteift werden, bis der neue Bau so hoch heraufgeführt worden ist, daß man keine Ueberneigung nach der Seite der anstoßenden alten Giebel zu befürchten hat. Ganz besonders ist diese Vorsicht zu beobachten, wenn die Fundamente des neuen Baues tiefer gehen, als die Fundamente

der beiden nebenstehenden alten Bauten. Ist das neu zu erbauende Gebäude nur schmal, so pflegt man die Absteifung der Nachbargiebe auch durch wagerecht eingespreizte Spannbalken in den Etagenhöhen zu bewirken.

c) Die größte Vorsicht aber ist zu beobachten, wenn man eine Mauer oder ein Stück derselben neu machen will, auf welcher noch eine andere Mauer steht. Dieser Fall ereignet sich namentlich bei dem sogenannten Unterfahren der Fundamente, wo man alle oberen Mauern stehen läßt und nur die Fundamente selbst erneuert. Hierbei ist es durchaus nothwendig, das alte Fundament nicht im Ganzen, sondern nur ein Stück neben dem andern herauszunehmen und zu erneuern, auch muß man bei der neuen Untermauerung alles vermeiden, was ein zu starkes Setzen derselben hervorbringen könnte. Man muß also den Grundboden gut abrammen (mit der Handramme), die Fugen so klein als möglich machen (auch wenn es sein kann, mit Cementmörtel mauern, oder noch besser das neue Fundament von regelmäßig gehauenen Quadern ohne allen Mörtel aufführen). Auch muß man nebenbei das beste und festeste Material dazu nehmen. Ebenso müssen die obenstehenden Mauern, so lange man mauert, sicher abgesteift werden. Folgende Art der Absteifung wird in den meisten Fällen genügen.

Fig. 737.



Es bedeutet in Fig. 737 A die obere Mauer, welche unterfahren werden soll, im Querdurchschnitt.

a und b sind die Durchschnitte zweier wagerechten, verhältnißmäßig starken Hölzer (Balkenstücken), welche bündig mit den Fronten der Mauer liegen, und etwa 1^m, höchstens $1^1/_4{}^m$ lang sind. Sie werden durch die an ihren Enden angebrachten Stiele c d unterstützt. Diese Stiele stehen, damit sie während der Arbeit nicht einsinken, auf den Schwellen e f, welche eben so lang, als die Hölzer a b sind. Hat man nun das untere Mauerwerk fortgebrochen und die Absteifung auf obige Art angebracht, so mauert man zuerst den Raum B voll, und verkeilt das untere Mauerwerk mittelst scharfer Steine so fest als möglich an das obere. Besser aber ist es, die oberste Steinschicht zu hauen und so scharf anzuzwängen als möglich, da die Keile zermalmen könnten.

Alsdann löset man die Unterlage bei a zuerst, welche an der äußeren Seite des Fundaments liegt, ebenso den Stiel c und die Schwelle e, wozu man aber so viel der angrenzenden Erde wegräumen muß, als erforderlich ist. Hierauf mauert man das Stück von e bis a unter, und verfährt alsdann ebenso auf der innern Seite bei b und f. Hierdurch hat man den Vortheil, daß die Mauer zwischen den Hölzern bei a und b gleich von Anfang fest untermauert werden kann, welches, wenn man die Mauer ihrer ganzen Breite nach mit Hölzern unterstützt hätte, nicht möglich gewesen wäre. So viel Zusammenhang muß man jedoch der oberen Mauer noch zutrauen können, daß die kleinen Stücken Mauer unter a und b sich so lange freitragen, bis die Unterfangung geschehen ist. Statt der Stiele c d wird man in vielen Fällen starke Winden, wie sie die Frachtfuhrleute haben, anwenden können; wenn man die Winden etwas schief stellt, so kann man den untern Theil des Fundaments in der ganzen Stärke verbandmäßig aufführen.

Es kann aber sehr oft Fälle geben, wo man an der Seite a e keine Erde wegräumen kann, um das Holzwerk zu lüften; dann verfahre man folgendermaßen: Anstatt, daß man die beiden Böcke gleichlaufend mit der Länge der oberen Mauer setzt, setze man sie nach der Quere oder Dicke derselben, nachdem man zuvor etwa $1^1/_4{}^m$ lang altes Fundament weggebrochen hat. Dann mauere man die ausgehöhlte Stelle zwischen den Böcken nach der ganzen Stärke der Mauer voll. Ist dies geschehen, so mache man ein neues Loch, rücke die Böcke weiter und fahre so fort, bis die ganze Länge unterfangen ist; hierbei werden starke Wagenwinden die Arbeit ebenfalls sehr erleichtern. Alles muß bei diesem eben so kostspieligen, als langwierigen und gefahrvollen Geschäft mit dem größten Fleiß', dem besten Material und der größten Vorsicht geschehen.

Daß man sich vorher des Untergrundes versichert, und auch in der Höhe das stehen bleibende Mauerwerk gehörig abgesteift haben muß, versteht sich von selbst.

Ist das Fundament, welches unterfahren werden soll, unter einem Holzgebäude, so ist die ganze Arbeit weit weniger gefährlich als bei einem massiven, da die Biegsamkeit des Holzes viel eher den etwaigen augenblicklichen Senkungen nachgiebt, und das Ganze mehr Zusammenhang hat, als ein massives Bauwerk.

d) Soll eine alte bestehende Mauer verstärkt werden, weil sie zu schwach ist, so würde das Ansetzen der Verstärkung als ein neuer

Mauerstreifen längs derselben gänzlich unzulässig sein; man kann alsdann nur durch gehörig vertheilte Strebepfeiler die Mauer stützen, jedoch muß eben das beobachtet werden, was bisher von dem Setzen der Mauer gesagt wurde. Außerdem ist es nothwendig, das neue Fundament nicht nur gehörig austrocknen zu lassen, sondern auch dasselbe durch Aufpacken vieler losen Mauersteine (welche alsdann wieder fortgenommen werden) so zusammenzudrücken, daß kein bedeutendes Setzen mehr erfolgen kann. In diesem Falle ganz besonders ist ebenfalls, des Setzens wegen, das Abrammen der Fundamentgraben bis zur größtmöglichsten Festigkeit höchst wichtig.

Durch Anwendung eines nicht merklichen zusammentrocknenden Mörtels, welcher kein Setzen spüren läßt, wie z. B. des Portlandcementmörtels ist ein Mittel gegeben, alte Mauern in beliebiger Weise, am besten aber auch mittelst einzelner stärkerer Strebepfeiler bedeutend zu verstärken.

e) Soll in einer alten Mauer eine Oeffnung neu gemacht werden, so wird eine Oeffnung hineingehauen, diese nach und nach so weit vergrößert, als der fortzunehmende Theil der Mauer bestimmt; dann steift man mittelst hölzerner Steifen und eben solcher, quer durch die Mauer gelegten Hölzer den oberen Theil der Mauer ab, wölbt den Oeffnungsbogen hinein, und mauert alsdann die etwaigen Lücken zu. Die Steifen stehen bei Absteifungen von Wölbungen am besten, wenn sie mit dem abzusteifenden Gegenstande einen rechten Winkel bilden. Die Endpunkte der Steifen unten muß man durch untergelegte Hölzer oder Bohlen möglichst verbreitern.

Soll kein Bogen hinein, sondern nur ein neues Stück Mauer, so mauert man das neue Stück bis an die Quersteifen auf, löset alsdann dieselben und mauert darauf die Lücken zu. Die aufrechtstehenden Steifen müssen auf jeder Seite etwas von der Mauer abstehen.

Soll eine Fensteröffnung oder dergleichen eingebrochen werden, so kann man auch auf einer Seite der Mauer einen Falz einhauen, in welchen man eine Eisenbahnschiene mit dem nöthigen Auflager einmauert, dasselbe Verfahren auf der andern Seite der Mauer anwenden, das mittlere Mauerwerk wird dann ohne Weiteres entfernt und nur bei sehr starken Wänden noch eine mittlere Schiene eingelegt. Man erspart so das Nebenwölben der Oeffnung gänzlich.

f) Risse und Sprünge im Mauerwerk sind genau zu untersuchen, da sie aus sehr mannigfaltigen Ursachen entstehen können.

Sind die Risse nach allen Richtungen laufend und fein, so sind sie nur im Putz und haben nichts zu bedeuten. Befinden sich in einem Hause Fachwerkswände an massive Mauern angesetzt, so entstehen wegen Zusammentrocknung des Holzes auf diesen Stellen stets Risse, welche aber ebenfalls nichts zu sagen haben. Diese Risse befinden sich meistens in den Winkeln, wo die Fachwände an die massiven Mauern stoßen und man kann sie möglichst vermeiden, wenn man die Wandstiele nicht stumpf an die Mauer stößt (wodurch immer Undichtheiten entstehen, durch welche Zugluft dringt), sondern wenn man sie 13—26 zm von der Wand ab aufstellt. Dabei müssen die Stiele 1 zm ausgeklinkt und die Steine scharf in die Ausklinkung eingetrieben werden. Die Schwellen und Rahmen der Fachwand stoßen an die massive Mauer an oder erhalten nach Bedürfniß noch ein Auflager auf derselben.

Gehen die Risse durch die ganze Stärke der Mauer, so muß man ihren Ursprung untersuchen. Sind sie nicht durchgehend, so haben sie ebenfalls nichts zu sagen. Risse in den Thür- und Fenstersturzen, so wie in Gurtbogen, haben in der Regel weniger Nachtheil, als solche in den Fensterpfeilern und Widerlagern.

Alle Risse, welche nur in einer Mauer eines Hauses sich befinden, sind um so bedenklicher, wenn sie sich mit der Zeit vergrößern, in diesem Falle ist eine genaue Untersuchung anzustellen. Vergrößern sich die Risse in der Art, daß sie sich immer mehr auf einem Punkte zusammenziehen, und in den Giebel- und Scheidemauern sich befinden, so muß durchaus zu einer kostspieligen und zeitraubenden Aufbesserung geschritten werden.

Zeigen sich die Risse und Sprünge an solchen Punkten, wo neues Mauerwerk an altes angesetzt ist, so haben diese wenig oder nichts zu bedeuten. Sie gehen meist lothrecht oder nach den Linien, welche das neue Mauerwerk beschrieben hat.

Alle Risse, welche aus der schlechten Beschaffenheit des Baugrundes herrühren, sind die gefährlichsten. Zeigen sich Risse, die nach unten zu immer weiter werden, so ist dies das Zeichen, daß die Fundamente zur Seite gewichen sind. Will man erproben, ob Risse sich erweitern, so darf man sie nur mit Papier überkleben; reißt das Papier nach einiger Zeit, so hat sich der Riß vergrößert.

Zeigen sich Risse, die nach oben hin breiter werden, so ist es ein Beweis, daß die Mauern aus dem Lothe gewichen sind, welches im Fundament, aber auch an einem zu starken Seitenschube der

Dachlast (besonders wenn die Balkenköpfe verfault sind), im Seitenschube naß gewordener Gurten oder Gewölbe, oder auch an mancherlei anderen Ursachen liegen kann.

g) Ist ein Gebäude früher zu irgend einem Zweck bestimmt gewesen und soll neuerdings zu einem anderen eingerichtet werden, so ist hierbei mit der größten Vorsicht zu verfahren.

So wird es z. B. unter keiner Bedingung anzurathen sein, aus Ställen, und namentlich Pferdeställen, Salzmagazinen ꝛc. bewohnbare Räume zu bilden, oder die Umfassungsmauern und Fundamente derselben zu benutzen, um ein Wohngebäude darauf oder darin zu errichten. Der Mauerfraß würde die unmittelbare Folge sein. Ja selbst der Bauplatz, wo ein dergleichen Stall gestanden hat, könnte nur nach vollkommener Ausgrabung der Fundamente, nach Wegschaffung aller mit Unrath vollgesogenen Erde benutzt werden. Eben so wenig dürfte man in den Fundamenten, oder oberhalb, von dem alten Mauermaterial etwas verwenden, woraus die Kostspieligkeit und Nutzlosigkeit eines solchen Unternehmens und aller ähnlichen von selbst einleuchtet.

h) Ausbesserungen kleinerer Art und solche, die alle Jahre wiederkehren, wie das Abputzen der Dächer, der Regenrinnen, Dachluken, Fensterbrüstungen und aller solchen Theile, wodurch Feuchtigkeit in die Gebäude kommen kann, dürfen durchaus nicht aufgeschoben werden, da im Anfange nur geringe Ausgaben dafür in kurzer Zeit zu bedeutendem Schaden und großen Kosten führen können.

i) Schadhafte Gewölbe werden folgendermaßen am besten ausgebessert: man schneidet Keile von Eichenholz, etwas länger als das Gewölbe dick ist und dörrt dieselben in einem Backofen. Alsdann werden diese Keile von beiden Seiten in die Sprünge allmählig aber so lange eingekeilt, bis sie festsitzen; hierauf werden die vorspringenden Theile abgeschnitten oder abgestemmt und das Ganze verputzt. Man darf die Keile im Anfange nicht zu scharf eintreiben, weil man sonst leicht die Gewölbe sprengen kann. Der Verfasser hat schon mehrere Male Gelegenheit gehabt, dies einfache und wohlfeile Verfahren zu erproben. Das Verkeilen der Gewölbesprünge mit Steinstückchen taugt dagegen gar nichts, weil die Steinstückchen zermalmt werden. Die zersprungenen Gewölbe gaben vor der Verkeilung nur einen dumpfen, nach der Verkeilung einen ganz lauten Widerhall, als Beweis, daß sie ihre Spannkraft wieder erhalten hatten. Taucht

man die Eichenkeile vor ihrem Eintreiben in Steinkohlentheer oder Asphalt, so dauern sie noch länger.

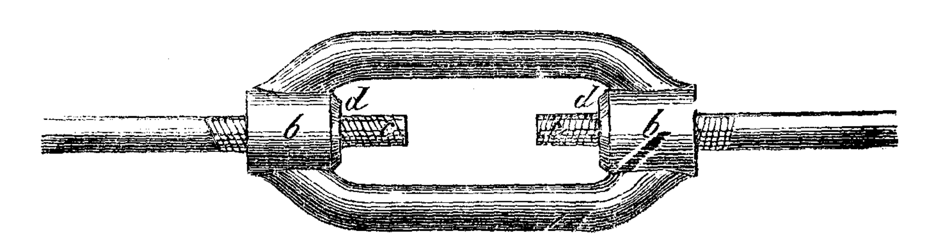
Sind die Gewölbe jedoch in so schlechten Zustande, daß ganze Stücken derselben oder wohl gar der Gurtbogen fehlen, so muß man diese möglichst durch neue Einwölbungen zu ergänzen suchen, oder wenn das nicht angeht, die Gewölbe ganz erneuern.

Werden Oeffnungen, als Thüren und Fenster erweitert, so muß man die Widerlager vormauern (vergl. §. 44) oder einen hohen Bogen als Ablastebogen darüber wölben, wenn auch der Sturz selbst scheitrecht, oder im flachen Bogen eingewölbt wird.

Am schwierigsten ist die Reparatur schadhafter Gurtbogen, welche zugleich eine obere Mauer tragen; selten wird bei einer bedeutenden Schadhaftigkeit die gänzliche Erneuerung derselben umgangen werden können.

Sind die Fundamente oder Mauern ausgewichen, so leisten eiserne Zuganker, wie sie die Fig. 738 verdeutlicht, gute Dienste. In dem

Fig. 738.



Mittelstück bb, sowie an den Enden cc der runden Ankerstangen sind Schraubengewinde eingeschnitten und zwar in der einen Stange ein rechts drehendes Schraubengewinde, in der andern ein links drehendes. Wird durch das Mittelstück bb eine Brechstange gesteckt und dasselbe so gedreht, daß eine Schraube anzieht, so zieht auch die andere an und indem die Ankerstangen cc sich nähern, werden die Mauern zusammengezogen oder wenigstens an einem ferneren Ausweichen verhindert. Das Zusammenziehen kann man auch durch Schraubenmuttern bei dd bewirken, die man mit einem Schraubenschlüssel umdreht; dies geschieht namentlich dann, wenn man kein links drehendes Gewinde sich verschaffen kann oder wenn mehr als zwei Anker durch das runde Mittelstück angezogen werden sollen.

Ein etwas anderes Verfahren, das aber mehrfach und mit gutem Erfolg angewendet worden ist, besteht darin, daß man die Stangen cc durch darunter gehaltene Kohlenbecken so lange erwärmt, bis sie sich so viel ausdehnen, als die Größe der Risse oder die Ausbie-

gung der Mauern aus dem Lothe beträgt. Hierauf zieht man die Schrauben vollständig an und entfernt allmählig die Kohlenbecken, so daß die Stangen ganz langsam abkühlen, wobei sie sich und die Mauern allmählig zusammenziehen. Sollten achteckige Thurmmauern auf diese Weise standfähig gemacht werden, so ist ein achteckiges oder rundes Mittelstück nöthig und sämmtliche acht Ankerstangen müßten möglichst zu gleicher Zeit erwärmt und angezogen werden. Eine derartige Verankerung wurde an dem südöstlichen Thurme der Liebfrauenkirche zu Halberstadt (die mit vier Thürmen geschmückt ist) in zwei übereinanderliegenden Stockwerken angewendet und hat die gewünschten Resultate geliefert.

Die Gewölbe der Kirchen sind auch häufig durch hölzerne Zuganker, an deren Enden eiserne Splinte befestigt waren, versichert worden, welches augenblicklich gut angeht, da das Holz der Länge nach nicht zerreißt aber schlecht aussieht und des Holzes wegen nicht dauerhaft ist.

k) Ausbesserungen von Hausteinarbeiten werden in der Art vorgenommen, daß ganz kleine Löcher und Fugen mit Steinkitt zugestrichen werden, welches jedoch immer bei warmer, trockener Witterung geschehen muß. Reicht das Auskitten nicht hin, so müssen andere Stücken eingesetzt werden. Sind die Stücken groß, so bedürfen sie außer der Einpassung keiner Befestigung, kleinere aber müssen verdübelt und mit Blei, Schwefel oder Cement, wo Nässe zukommen kann, aber nie mit Gyps vergossen werden. Bei äußern Treppenstufen bedient man sich der Verklammerung. Innere steinerne Stufen werden abgearbeitet und hölzerne Trittstufen aufgelegt, oder man kehrt sie um und bearbeitet ihre unteren Flächen so, daß sie nach oben zu liegen kommen. Ausbesserungen an Steinarbeiten in und an den Mauern müssen mit größter Vorsicht vorgenommen werden, und muß man so wenig wie möglich große Steinblöcke aus den Mauern herausreißen wollen, weil letztere durch die Erschütterung ungemein leiden. Ganz besondere Vorsicht ist bei dem Abbruch der Gewölbe von Haustein erforderlich, wegen der großen Schwere der einzelnen Stücke. Hat man nicht zu befürchten, daß sie von selbst plötzlich einstürzen können, so muß man sie unterrüsten und die Steine sorgfältig abnehmen, um sie in gutem Zustande zu erhalten.

§. 98. Nässe und Feuchtigkeit.

In der Erbkamme'schen Zeitschrift für Bauwesen 1870 giebt Herr Baurath Kümmritz über die Trockenlegung des Mauer- und Holz

werkes an den Gebäuden eine Abhandlung, deren Grundzüge wir hier geben.

Die Ursachen der Feuchtigkeit sind folgende:

1. durch das Aufsteigen aus den Fundamenten in das aufgehende Mauerwerk;
2. durch das Seitwärtseindringen aus der Gegenfüllung gegen das Mauerwerk, oder das beim Niederfallen des Tagewassers sich bildenden Spritzwassers, und
3. durch das Aufsteigen aus dem Untergrund und Eindringen in die auf letzteren gelagerten Holzconstructionen, wobei in der Regel zugleich Schwammbildung in diesen Theilen wahrgenommen wird.

Als Schutzmittel zur Verhütung der entstehenden Nachtheile werden in Vorschlag gebracht, und zwar:

ad 1. a) 2—3 Schichten glasartig gebrannter Ziegel (Klinker) sorgfältig in Cement vermauert, wobei die Lagerfuge der untersten Schicht mindestens 1 zm stark aus Cementmörtel herzustellen ist;

b) eine 1 zm starke Lage aus natürlichem, oder 1,3 zm starke Lage aus künstlichem Asphalt;

c) ein auf das zuvor sorgfältig abgeglichene Mauerwerk in heißem Zustande aufgetragene Ueberzug von Mastix-Cement;

d) eine mit 10 zm starker Ueberdeckung verlegte Lage Tafelglas;

e) eine Lage Walzblei mit 8 zm starker Ueberdeckung oder Falzung

Die horizontalen Isolirungen werden mit Vortheil nur da angewendet, wo keine Gegenfüllungen am Mauerwerk vorhanden sind und zwar derart, daß bei Kellerräumen mit Pflasterungen die Isolirung in gleicher Höhe mit dessen Oberkante, bei solchen mit Dielung aber in gleicher Höhe mit der Unterkante der Lager anzulegen sind.

ad 2. In den Fällen, wo eine gute Entwässerung des Baugrundes zulässig und der Grundwasserstand mindestens $^1/_3$ m unter der Kellersohle liegt:

a) geeignete Ueberzüge an den Seitenflächen des zu isolirenden Mauerkörpers, welche entweder an der Innen- oder Außenseite angebracht werden.

Zu diesem Zwecke dient ein mindestens 1 zm starker Putz aus Cementmörtel, ein Ueberzug von Mastix-Cement, oder einer Masse, welche aus einer Mischung von Pech, Kolophonium, Steinkohlentheer und gesiebtem, an der Luft zerfallenen gebrannten Kalk besteht, und endlich ein mehrmaliger Ueberzug von Asphaltlack.

Bei Kellermauern von Mauerziegeln mit äußerer Gegenfüllung wird das Schutzmittel gegen seitwärts eindringende Feuchtigkeit auf der Außenfläche des Mauerwerks, und die horizontale Isolirung in der Höhe der Oberkante des Kellerpflasters, resp. in der Unterkante der Lagerhölzer des gedielten Fußbodens angelegt.

Bei Kellermauern aus Feld- oder Bruchsteinen, welche in keinem Falle ein trockenes Mauerwerk geben, ist der gewählte Ueberzug dagegen auf der Innenseite des zu isolirenden Mauerwerkes, die horizontale Isolirung dagegen in einer dem Spritzwasser entsprechenden Höhe anzubringen.

b. Eine Isolirung der einseitig verfüllten Umfassungswände durch senkrechte Luftkanäle.

Je nach der Art des zu den betreffenden Wänden verwendeten Steinmaterials werden diese Luftschichten an der äußeren oder inneren Seite des Mauerkörpers angeordnet, immer sind die Luft- Ein- oder Ausströmungsöffnungen mit der äußeren Atmosphäre, gleichzeitig aber auch mit den Kellerräumen so in Verbindung zu setzen, daß eine Circulation der Luft in denselben möglich ist. Mit Rücksicht auf die Lage der Luftschichten ist auch die Lage der horizontalen Isolirschicht im Mauerwerk verschieden. Zur Erzielung der erwähnten Luftbewegung in den Luftschichten ist die Anlage von Verbindungskanälen mit quadratischem Querschnitt von 8 zm Seitenlänge nöthig. Die Mündungsöffnungen erhalten in der Regel denselben Querschnitt. Die inneren Verbindungskanäle werden zweckmäßig in den Ecken der Fensternische, die äußeren aber neben den Fenstern und in den Fensterwandungen mündend angeordnet.

Bei Verwendung von Feld- und Bruchsteinen zu den Umfassungswänden bei einseitiger Gegenfüllung müssen die isolirenden Luftschichten an der Innenseite der Mauern angelegt werden.

Wenn die Trockenlegung aller Kellerräume in einem Gebäude nicht nothwendig ist, so werden der Kostenersparniß wegen einzelne Mauern aus Bruch- und Feldsteinen hergestellt werden können. Bei derartigen Ausführungen ist ein ganz besonderes Augenmerk zu richten auf die richtige und zweckentsprechende senkrechte Isolirung der feuchten von den trockenen Backsteinwänden.

Wenn die Fußböden der trocken zu legenden Räume in das Grundwasser oder unter dem höchsten Wasserstande eines der Baustelle nahen Wassers gelegt werden müssen, so sind die gegen das Aufsteigen und gegen das seitliche Eindringen des Wassers zu er-

greifenden Maßregel je nach dem Wasserstande und dem Wasserdrucke verschieden.

Gegen den Wasserandrang von unten nach oben kann bei mäßiger Höhe des Grundwassers und bei geringem Wasserdruck ein hochkantiges Pflaster von in Cement gelegten Klinkern und Cementmörtel mit einem 1 — 1,3^{zm} starkem Cement- oder Asphaltanstriche oft eine gute Wirkung haben. Einem stärkeren Wasserdrucke und höheren Wassenstande widersteht oft ein in Form eines umgekehrten Gewölbes in Klinkern und Cementmörtel ausgeführtes Pflaster, welches je nach der Größe des Druckes einen halben resp. einen ganzen Mauerziegel zur Stärke erhält.

Zum Schutz gegen die seitwärts durch die Umfassungsmauern eindringende Feuchtigkeit werden diese zunächst von der Unterkante der oben erwähnten Schutzmittel bis $^1/_3{}^m$ über den höchsten Wasserstand oder das Grundwasser mit Cementmörtel aufgeführt.

Bei niedrigem Wasserstand mit geringem Druck erhalten die Innenflächen einen starken Cementputz, oder einen Ueberzug von Mastix resp. einen mehrmaligen Anstrich von Asphaltlack und Cementmörtelputz darüber.

Bei höherem Wasserstande und größerem Wasserdruck erhält das wasserdicht ausgeführte Umfassungsmauerwerk auf der Innenseite einen den senkrechten Luftschichten ähnlichen Schlitz von $2^1/_2$ bis 4^{zm} Breite welcher in seiner ganzen Höhe mit Asphalt 2c. voll ausgegossen wird.

Bei einer Höhe des Wasserstandes von $1^1/_2{}^m$ wird in ähnlicher Weise verfahren, nur wird die Schlitzbreite alsdann auf $4—5^{zm}$ und die Stärke der Vermauerung auf einen ganzen Mauerziegel auszudehnen sein.

ad 3. Gegen das Aufsteigen von Feuchtigkeit aus dem Baugrunde und gegen das Eindringen derselben in das darüber gelagerte Holzwerk resp. gegen die dadurch erzeugte Schwammbildung.

Das Ausheben des unter dem Holzwerk befindlichen feuchten Bodens, je nach dem Umständen bis $^2/_3{}^m$ Tiefe, und Ausfüllung mit trockenem Sand, Coaksasche 2c., auf welche dann bei trockenem Untergrunde die Lager direct gelegt werden können. Ueber die Ausfüllung kann aber auch ein flachseitiges Ziegelpflaster gelegt und hierauf die Lager gestreckt werden.

Zur Verhinderung der Berührungspunkte des Holzwerks mit dem Untergrund resp. mit dem Pflaster, empfieht es sich, die Lager

auf Pfeiler aus hartgebrannten Mauerziegeln, welche in 1m Entfernung angeordnet werden, zu legen und sie so zu strecken, daß die Hirnseite mindestens $2^1/_2$ zm, die Längsseiten aber 5 zm vom alten Mauerwerk entfernt bleiben.

Ferner empfiehlt sich die Anlage einer Luftcirculation in den hohlen Räumen unter der Dielung.

Große Bäume, Rebengeländer ꝛc. an den Gebäuden verhindern das Eindringen der Sonnenstrahlen und die Trockenlegung der Räume durch dieselben. Gras unmittelbar vor den Häusern hindert den Abfluß des Traufwassers und vermehrt die Ausdünstung.

Eine mindestens 1m breite Pflasterung um das Gebäude herum sichert davor und gegen das Eindringen der Feuchtigkeit von der Seite her; noch besser sind die Anordnungen S. 227 und 228. Die freie Lage eines Gebäudes auf einer Anhöhe gewährt meistentheils alle Vortheile, welche man nur wünschen kann.

Von der Wahl der Materialien zu den Fundamenten hängt ebenfalls viel ab. Schlecht gebrannte Mauersteine, Sandsteine, Schiefer, loser Kalkstein, poröse Gesteine überhaupt, geben mehr Nässe als feste Gesteine. Die Feuchtigkeit steigt nach der Theorie der Haarröhrchen immer höher durch die Zwischenräumchen nach oben und pflanzt die Nässe fort.

Die Plynthen müssen, wenn man nicht Hausteine oder Platten verwendet, stets von gut gebrannten Mauersteinen und mit Cement, sofern derselbe billig zu haben ist, gemauert und auch mit Cement ausgeführt und die Fugen geputzt werden.

Man muß niemals Lehm und auch keinen sogenannten Sparkalk zu Fundamenten und Plynthen nehmen; beide als Mörtel verwendet pflanzen den Holzschwamm fort und sind häufig Ursache vom Mauerfraß.

Mit der Plynthe schließt der Unterbau des Hauses; wenn man demnach die ganze Fläche der Plynthen so von den oberen Mauern abscheidet, daß keine Feuchtigkeit nach oben steigen kann, so wird das ganze obere Haus immer trocken bleiben. Zu diesem Zweck belege man die Plynthen entweder mit Glasplatten, und lege auf die Fugen Glassteifen, oder man belege die Plynthen mit Rollblei von wenigstens 1 zm Stärke oder mit Zinkplatten. In beiden letzten Fällen müssen die beiden Schichten, zwischen welche die Metallplatten kommen, trocken eingelegt werden, weil der Kalk die Metallplatten, besonders das Zink zerstört. Man kann ferner eine 1 zm dicke As-

phaltlage auf die Plynthe bringen, was stets mit gutem Erfolg geschehen, und um so mehr zur Anwendung zu empfehlen ist, als man sich einen brauchbaren künstlichen Asphalt billig herstellen kann, indem man Steinkohlentheer mit zu Staub gelöschtem Kalk und allenfalls mit etwas Colophonium in einem gußeisernen Kessel so lange kocht, bis die Masse dick wird. Alsdann wird sie über die Plynthe ausgegossen und mit einer warm gemachten Mauerkelle geebnet, die man, um das Anhängen des Asphaltes zu vermeiden, von Zeit zu Zeit mit Speck bestreicht. Ein anderes gutes Verfahren besteht darin, daß man auf die Plynthe zwei Schichten Dachschiefer oder scharf gebrannte Mauersteine in Cement verbandmäßig verlegt.

In Leipzig vermauert man zwei Schichten über der Plynthe mit Mörtel, aus gleichen Theilen Leinöltrieb und Theer bei gelindem Feuer geschmolzen und mit trocknem Sande zu einem steifen Mörtel bereitet.

Mauern von Lehmsteinen, Pisé und hohlen Mauersteinen und hohle Ziegelmauern (siehe §. 16 b und Seite 63), wenn sie an sich trocken liegen, sind die trockensten und wärmsten. Mauern von Bruch- und Feldsteinen schwitzen, sie müssen daher bei bewohnten Räumen mit Mauersteinen nach Innen zu verblendet werden. Sie erfordern nebenbei langsame Errichtung und vollständige Austrocknung.

Der Schlagregen und Tropffall (Traufe) erzeugen ebenfalls Feuchtigkeit, so wie der liegenbleibende Schnee in Vorsprüngen und Vertiefungen, jedoch sind diese Uebel bei einiger Aufmerksamkeit leicht zu beseitigen.

Die Trockenheit des innern Mauerwerks wird erreicht durch trockne Aufführung der Mauer selbst, soweit es der Construction nicht schadet. Es wäre also ganz irrig, wenn man die, S. 214 und 215 als nothwendig für die Festigkeit des Bauwerks und als Kennzeichen eines guten Maurers, aufgestellte Regel bei Seite setzen und die vom Staub bedeckten Steine, selbst bei starker Hitze unangenäßt in den Mörtel legen wollte, wie dies in einigen Orten geschieht, wo die Festigkeit der Mauern hauptsächlich nur durch den scharfen und groben Sand erreicht wird. Dagegen ist es gut, die Balkenköpfe, selbst wenn sie getheert sind, trocken zu ummauern. Die Dächer müssen wasserdicht erbaut werden, und sind deshalb alle Durchbrechungen derselben durch Dachfenster, Luken ꝛc. möglichst zu vermeiden. Von innen zu heizende Oefen, besonders die mit sogenannter Luftcirculation (Fig. 598, 599 und Fig. 746), so wie die Heizung mit erwärmter

Luft, werden zur Trockenlegung innerer Räume wesentlich beitragen. Meeressand darf zum Mörtel nicht verbraucht werden, er müßte denn im Wasser ausgesüßt sein, weil er sonst immer den Mauerfraß erzeugt.

Ein Mehreres darüber folgt §. 102.

§. 99. Das Feuer und die Feuersicherheit.

Es sind hierüber in allen Staaten gesetzliche Bestimmungen vorhanden, die wir auch bereits an den betheiligten Orten, bei Anlage der Küchen, Schornsteine, Feuerungen, erwähnt haben. Besonders zu beobachten sind folgende Punkte. Die Nachbargiebel in Städten müssen schlechterdings massiv, und ohne irgend eine Oeffnung nach dem Nachbar hin erbaut werden. Ausgeschlossen hiervon sind kleine Lichtschlitze mit 1 zm starkem undurchsichtigen Rohspiegelglas in eisernem Rahmen, der nicht zu öffnen ist, verglast, welche als feuersicher anerkannt sind.

Hölzerne Gesimse müssen wenigstens 1 m weit vom Nachbar mit Zinkblech bekleidet werden, hölzerne Dachrinnen sind ganz unstatthaft.

Ebenso sind alle auf Holz geschleifte und an Holz angelegte Schornsteine entschieden zu vermeiden!

Die Dächer müssen vor allem nicht mit brennbaren Materialien eingedeckt werden und muß jeder Brandgiebel so hoch hinaufgehen, daß die Latten des einen Hauses nicht in das andere hinüberreichen.

Als feuersichere Dachdeckung wendet man in neuerer Zeit außer den bereits oben besprochenen Arten mehr und mehr die Steinpappe an, sowohl für Wohnhäuser als für Fabriken, Kesselhäuser, landwirthschaftliche Gebäude und auch in nördlichen Gegenden, in Norwegen und Schweden, in welch letzterem Lande die Steinpappe um 1785 erfunden worden ist. Jetzt wird dieselbe bei uns an vielen Orten angefertigt. Die Dachneigung beträgt $^1/_{10}$ der Tiefe des Gebäudes, bisweilen aber noch weniger. Zur Deckung selbst ist eine Bretterschalung nöthig, entweder mit aufgenagelten Leisten, Fig. 695, oder ohne diese, wo dann die Tafeln in geraden oder schrägen Reihen mit 4—5 zm Ueberdeckung gelegt und alle 4 zm mit Nägeln, die flache Köpfe haben, oder mit Rohrnägeln genagelt werden. Nach vollendeter Deckung wird das Dach abgekehrt und bei trockenem Wetter mit warmem Theer (Steinkohlentheer), der mit Staubkalk zusammengekocht wurde, bestrichen und mit Sand, dem man bisweilen etwas Ziegelmehl beigemengt, bestreut. Ein solcher Anstrich ist nach Verlauf von mehreren Jahren zu wiederholen.

Die Fabriken, welche Dachpappe fertigen, empfehlen meistens, auf die Verschalung dreikantige Leisten vom First nach der Traufe zu nageln, in Entfernungen, die, gleich der Breite der Papptafeln sind, Fig. 739. Letztere stoßen alsdann auf dem Rücken der Leisten zusammen und werden durch Pappstreifen, welche so breit sind, wie die Seitenflächen der Leisten, überdeckt. Jedoch hat sich auch die in den Fig. 740 und 741 dargestellte Deckung, ohne solche Leisten, bei vielen Gebäuden zufriedenstellend bewährt. Bei der Deckung Fig. 740 ist darauf zu achten, daß dieselbe windab wie bei den Schieferdächern erfolge, so daß dem Wind der Wetterseite keine Längsfuge geboten wird, in welche er den Regen hineintreiben könnte. In Fig. 740 ist demnach die Wetterseite rechts anzunehmen. Noch besser ist die Art der Eindeckung, bei welcher die Nägel durch die Pappe wieder zugedeckt werden.

Fig. 739.

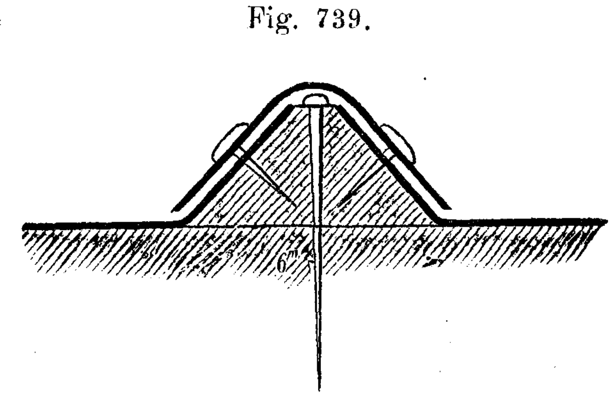


Fig. 740.

Fig. 741.

Einige Fabriken, unter andern die der Herren Büsscher und Hoffmann zu Neustadt-Eberswalde, liefern Dachpappen in beliebigen Längen (so lang, wie die Sparren sind), wodurch die Zahl der Fugen eine weit geringere wird, als bei den mit gewöhnlichen kleineren Papptafeln gedeckten Dächern.

Der Dachpappe reiht sich, rücksichtlich der Güte und des Preises, der Dachfilz an, welchen man im Handel immer in Längen ohne Ende bekommen kann.

Balkenkeller schützen gegen eindringendes Feuer gar nicht. Muß man Holzwände anwenden, so müssen sie auch hinlänglich von allen Feuerungsanlagen und Oefen durch massive Zwischenmauern getrennt sein.

Hölzerne Fußboden sind in unserem Klima unvermeidlich; wenn die Holzdecken nur eine solche Einrichtung bekommen, daß sie von unten her feuersicher sind, so schaden hölzerne Fußboden nicht.

Muß man Holzdecken anwenden, so schützt ein Lehmschlag von 8 zm Stärke oberhalb der Balken am besten gegen Feuersgefahr, Oefen, Kochherde ꝛc. müssen von der Balkenlage, auf welcher sie stehen, stets durch eine Luftschicht isolirt werden.

Bei solchen Räumen, wo Backöfen, Darren, Brau- und Brennapparate die Feuersgefahr vermehren, ist noch größere Aufmerksamkeit auf die Anlage zu verwenden.

Theilung sehr langer Gebäude durch Brandgiebel vermindert die Feuersgefahr bedeutend. Die Brandgiebel dürfen aber selbst Latten und hölzerne Gesimse nicht durchschneiden, sonst helfen sie gar nichts.

Hölzerne Gallerien in den Höfen der Städte, besonders wenn sie quer über den Hof laufen, vermehren die Feuersgefahr ungemein; ebenso auf dem Lande alle aus Holzwerk gefertigten Bewährungen und Strauchzäune, besonders bei trockener Witterung.

§. 100. Erschütterungen, Sturm, Luftzüge, Zugluft.

Jedes fertige massive Gebäude ist bei guter Construction durch seine Schwere hinlänglich gegen Sturm gesichert, selbst, wenn das Dach sehr steil ist und die Gewalt des Windes bedeutend auf Umwerfen der Mauern wirkt. Dagegen widerstehen die Mauern wegen des Mangels an Elasticität nicht den heftigen Erschütterungen durch Erdbeben, weshalb man in Gegenden, wo diese häufig sind, aus Holz baut, obwohl dasselbe oft schwierig zu beschaffen ist, während die Steine zur Hand liegen. Aber auch außerordentlich heftige Stürme (Tornados) und Windhosen (Tromben) können Mauerwerk zerstören.

Die bei uns wehenden Winde wirken meistens nur zerstörend auf die Dächer, sowohl auf Metall- (Zink-), wie auf die Ziegeldächer, und im letztern Fall besonders, wenn die Dachsteine sehr flach liegen, so daß der Sturm sie von unten fassen kann, was namentlich bei Sturmwirbeln der Fall ist. Auch wenn die Lattung zu weit ist, und die Dachsteine weniger als mindestens 8 zm einander überdecken, ist es dem Sturme leicht, sich ein Loch zu machen und das Dach abzudecken. Bei Stürmen muß man daher alle Dachfenster und Luken sorgfältig schließen, wenn auch das Dach böhmisch in Kalk gelegt wäre, obgleich es dann weniger nöthig ist.

Auch sehr hoch freistehende Schornsteine und besonders Schorn

steinkappen werden häufig von Stürmen eingeworfen, wenn sie nicht gehörig befestigt sind.

Die Luftzüge bringt man in Gestalt von engen gemauerten Röhren (wie russische Schornsteine) da an, wo man eine Abführung der verdorbenen Luft beabsichtigt. Man führt sie dann wie enge Schornsteine über das Dach hinaus. Sie werden nöthig bei verdeckten Höfen, Abtritten, Mistgruben, Alkoven 2c., und im letzteren Falle sucht man sie zwischen zwei andere russische Rauchröhren zu legen, wodurch sie etwas erwärmt werden und dann eine stärkere Circulation gestatten. Oben sind die Luftzüge offen und unten läßt man eine Oeffnung, welche mit einer Thür geschlossen werden kann.

Zugluft dient, das Mauerwerk trocken und die Luft rein zu erhalten.

Die einfachsten Mittel sind: Oeffnen der Thüren und Fenster, so wie die erwähnten Luftzüge.

Die lästige und ungesunde Zugluft zu verhindern, dienen folgende Anordnungen.

1) Niemals sollte die vordere Thür eines Hauses mit der Hinterthür desselben in gerader Linie stehen, oder ein sogenannter durchgehender Flur vorhanden sein. Müßte ein solcher stattfinden, so muß eine Mittelwand den Abschluß gegen Zugluft bilden, oder mindestens ein sogenannter Windfang angelegt werden; oder man legt den Treppenraum ganz besonders und verschließt ihn mit einer Glasthür, welches das beste ist.

2) Der Keller- und Hausbodeneingang müssen geschlossen sein, daß die Zugluft nicht durch die ganze Höhe des Hauses fährt.

3) Küchen- und Waschhäuser müssen niemals so angelegt werden, daß ihre Thüren unmittelbar ins Freie gehen, sondern es muß immer ein Vorflur oder ein sogenannter Windfang angelegt werden. Verdeckte verhindern, offene begünstigen die Zugluft.

4) In Wohnhäusern von mehreren Stockwerken ist es am besten, die Treppenhäuser in jedem derselben abzuschließen, und vor den einzelnen Wohnungen Vorräume anzubringen, die an der Treppe mit Glaswänden geschlossen sind; dies ist äußerst bequem und warm.

§. 101. Licht und Wärme, insofern sie bei Anlage der Gebäude zu berücksichtigen sind.

Jedes Haus muß im Innern einen sichern Zufluchtsort gewähren gegen üble Temperatureinflüsse.

Zu jedem Raume soll Licht und Wärme freien Zutritt haben.

Die Umfassungen und das Dach stellen sich uns zuerst als diejenigen Haupttheile des Gebäudes dar, durch welche der Abschluß gegen die Einwirkungen der äußeren Temperatur nur allein bewirkt werden kann; denn wäre das Haus im Innern noch so warm construirt, und es hätte dünne Außenwände, so würde im Winter doch eine unleidliche Kälte die Folge sein. Es wird also auch hauptsächlich auf die Wahl der Materialien ankommen, deren man sich bedient, da sie mehr oder weniger gute Leiter für Kälte und Wärme sind. Es ist aber klar, daß die schlechtesten Leiter, als Baumaterialien verwendet, den Abschluß gegen die Atmosphäre am besten bewirken werden.

Mauern von Lehm, Lehmsteinen und Sandkalk sind schlechte Leiter, und werden demnach unter allen Umständen, mit Berücksichtigung ihrer sonst nothwendigen Construction, zweckmäßig erscheinen.

Mauern von Mauersteinen. Der gebrannte Mauerstein ist ein ziemlich starker Leiter; es müssen also entweder die Mauern verhältnißmäßig stark (mindestens $1\frac{1}{2}$ Stein stark) angelegt werden, oder man mache sie nur einen Stein stark und verblende sie innerhalb mit Lehmsteinen.

Mauern von hohlen Mauersteinen. Diese hohlen gebrannten Steine, von denen die Fig. 27 und 28, die bereits §. 15 h besprochen wurden, einige Arten vorstellen, haben vor dem Kalksand den Vorzug einer größeren Festigkeit, wodurch sie zum Bau mehrstöckiger Gebäude und für die gewöhnlich vorkommenden Gebäude vollkommen geschickt sind. Sie vereinigen damit den anderen Vorzug, daß sie die Arbeit des Maurers auf der Stufe der Ausbildung erhalten, welche der Ziegelbau erfordert. Außerdem sind sie wegen ihrer größern Leichtigkeit zu weiterem Transport geeignet (ohne daß man befürchten müßte, viel Bruch zu erhalten) und bieten den Vortheil, daß sie wegen der eingeschlossenen Luft für die Atmosphäre fast undurchdringlich sind. Aus diesen Gründen ist ihre Anwendung und Anfertigung bedeutend gewachsen, und ist nur zu wünschen, daß der Preis mit Rücksicht auf den geringen Brennmaterialbedarf billiger werde als für volle Mauersteine, damit sie in immer allgemeinere Anwendung kommen können. Es genügt aber und ist vortheilhafter für die Festigkeit des Gebäudes, wenn man die Räume im Innern nur einen Stein stark, resp. in der Läuferschicht $\frac{1}{2}$ Stein stark verblendet, im Uebrigen aber volle Steine zu den Mauern verwendet.

Mauern von Feld- und Bruchsteinen sind starke Leiter und deshalb schon schlecht zu Wohngebäuden, wenn man sie nicht stark macht. Außerdem sind sie feucht und bedürfen deshalb für Wohnräume einer Verkleidung von einer der vorhin erwähnten Arten von gebrannten Mauersteinen. Lehmsteine taugen hierzu deshalb nicht, weil sie feucht werden würden.

Fachwerkswände müßten als Umfassungen von Wohngebäuden niemals vorkommen, da sie stets zu dünn sind, um Schutz zu gewähren, und außerdem noch leicht verbrennlich und leicht vergänglich. Muß man sie erbauen, so ist das einzige Mittel, sie nach innen mit Lehmsteinen zu verblenden, welche mittels eiserner Stichanker am Stiele und Riegel befestigt werden. An manchen Orten werden die Fachwände im Aeußern mit Dachschiefer verkleidet, welcher besser als Putz schützt, aber diesen Gebäuden ein düsteres Aussehen giebt; dasselbe ist der Fall, wenn man statt des Schiefers Dachpappe verwendet. Man kann zwar der Pappe durch einen Kalkfarbenüberzug eine Steinfarbe geben, aber dieselbe wird durch den später wieder durchschlagenden Theer fleckig.

Dächer von allen Arten Dachsteinen sind starke Leiter, deshalb sowohl, wie wegen der leichten Bauart sind alle Dachwohnungen im Sommer unerträglich heiß, im Winter eben so kalt, folglich wenig empfehlenswerth.

Die Weltgegenden verdienen bei der Stellung der Gebäude und bei der Lage einzelner Räume alle Aufmerksamkeit. Die Weltgegenden von Nordost bis Nordwest sind die ungünstigsten. Liegen Gebäude mit den Wohn- und Schlafzimmern gegen diese, so sind die Räume den größten Theil des Jahres über ohne Sonne, folglich ohne Licht und Wärme; sie sind kalt und selbst im Sommer eben dadurch und durch die gleichzeitige Feuchtigkeit ungesund. Aus demselben Grunde müssen nicht zu viel Fenster nach diesen Seiten, der Kälte im Winter wegen, liegen. Die Lagen gegen West und Südwest sind zwar wärmer, allein die vielen Stürme und Regengüsse, welche aus jenen Gegenden kommen, haben viel Unangenehmes. Nach Süd und Südost liegen die angenehmsten und gesundesten Wohnräume.

Bei Wohngebäuden gelten für die einzelnen Räume folgende Regeln: alle Wohnräume gegen Süd oder Südost; Schlafzimmer, Arbeitszimmer, Kinderzimmer gegen Ost; Küchen, Speisekammern und Abtritte gegen Nord, Nordost oder Nordwest; Speisezimmer wo möglich gegen die kühleren Weltgegenden; Besuchzimmer, Fremdenzimmer,

Vorzimmer können liegen wie sie wollen, da Niemand sich darin für immer aufhält. Keller gegen kalte Gegenden, da sie leichter gegen zu große Kälte, als gegen zu große Wärme zu schützen sind.

Vieh= und Pferdeställe mit den Hauptfronten gegen Südost, ebenso Bienen= und Treibhäuser. Schafställe gegen Süd; Scheunen so, daß der West= und Ostwind durch die Tenne streicht, damit, wenn die Thore offen sind, die Spreu beim Wurfen leicht durch den, die Tenne durchziehenden Luftstrom gesondert werde. Brauereien und Kühlschiffe gegen Nord wo möglich. Speicher mit den Giebeln gegen Süd und Nord, damit der Ost= und Westwind, als die häufigsten, den Speicher durchstreichen können, wenn die Luken geöffnet sind; dasselbe gilt von allen Korn= und Malzböden.

Gegenstände, welche viel Schatten geben, als hohe Gebäude, Bäume ꝛc. hindern den Zutritt des Lichtes, folglich der Wärme, und sind deshalb nur mit Vorsicht anzulegen oder beizubehalten.

Gebäude auf der Nordseite von Gebirgen oder hohen Hügelketten liegen ungesunder, als solche auf der Süd= und Ostseite. Thäler, welche sich so strecken, daß die Winde aus den kalten Weltgegenden allein sie durchstreichen, sind ungesund zu bewohnen. Dasselbe gilt von solchen, wo nur heiße Winde hingelangen können.

Luftschichten sind ein wesentliches Mittel sich gegen die Einwirkung der Atmosphäre in den Gebäuden zu schützen.

Gewöhnlich wendet man diese hohlen Mauern, welche eine ruhende Luftschicht einschließen, für Umfassungsmauern und äußere Kellermauern an, weil sie im ersteren Fall die Einwirkungen der Atmosphäre (ebenso wie Mauern aus hohlen Mauersteinen), im letzteren Fall auch die andringende Erdfeuchtigkeit von der innern Mauer mehr abhalten. Eine solche Luftschicht wird 4—8 ^{cm} breit gemacht. Um einen Verband zwischen der innern und äußern Mauer herzustellen, wird von Zeit zu Zeit ein Strecker durchgebunden. Man beläßt solche Luftschichten auch in den Mauern, welche mit der äußeren Luft in keiner Verbindung stehen.

Aus den angeführten Gründen sind auch Keller mit doppelten Gewölben, zwischen welchen eine Luftschicht bleibt und die auch in den Umfassungsmauern Luftschichten haben, ungleich besser als solche mit einfachen Mauern und Gewölben. Deshalb macht man über Eiskeller doppelte Dächer, mit einer abgeschlossenen Luftschicht dazwischen und die Engländer legen ihre Molkenhäuser ebenfalls so an, daß um die Molkenstube eine Luftschicht verbleibt.

§. 102. Holzschwamm, Mauerfraß (Stock-, auch Mauerschwamm).

Den Holzschwamm hat der Maurer nur insofern zu beobachten, als dieses dem Holze selbst so höchst verderbliche Gewächs seine Wurzeln im Untergrunde, in den Fundamenten und Mauern haben kann, von wo aus sie in das Holzwerk übergreifen und dasselbe unaufhaltsam zerstören. Die Mauern selbst werden durch den Holzschwamm nicht zerstört, jedoch muß man nichtsdestoweniger alles aufbieten, sie von diesem verwüstenden Gewächs rein zu erhalten, und wenn er sich darin festgesetzt haben sollte, ihn wieder los zu werden.

Der Maurer hat hierbei folgendes zu beobachten:

1) Muß bei dem Fundamentgraben auf denjenigen Flächen des Terrains, wo keine Keller angelegt werden, das Erdreich so weit abgegraben werden, als der sogenannte Abraum geht (die fruchttragende Erde, oder auf Wiesengrund die obere Erdschicht), also etwa 0,50 bis 1^{m} tief. Anstatt dieses Abraumes kann man entweder den später zu legenden Fußboden hohl lassen, oder man bringt weniger gut reinen, scharfen, trocknen Sand an die Stelle des Abraumes (wenn das Dach eingedeckt ist).

2) Ist der Bauplatz ein Garten gewesen, oder haben Bäume daselbst gestanden, so muß nicht blos aller Abraum, sondern auch alles Baumwurzelwerk, und wenn es noch so tief ging, auf das sorgfältigste entfernt werden, weil, wie die Erfahrung gelehrt hat, die Schwammwurzeln hier entstehen können.

3) Die Fundamente selbst dürfen unter keiner Bedingung weder mit Lehm, noch mit sogenanntem Sparkalk, noch mit Kalkmörtel, wobei der Sand sehr lehmig war, gemauert werden; man muß dazu Mörtel aus Kalk und lehmfreiem Sande bereitet, verwenden. Dies gilt auch von den Ofenfundamenten und den Fundamenten der Blockstufen in den untersten Stockwerken.

4) Man vermeide solche Bauplätze auf dem Lande, wo Mistgruben, Düngerstätten und dergleichen, den Pflanzenwuchs fördernde Anlagen bestehen oder gewesen sind.

5) Wenn das Gebäude im Herbst nicht unter Dach gekommen ist, so darf man die Mauern den Winter über nicht dem Schnee und Regen preisgeben, sondern muß den Bau möglichst vollständig mit Brettern abdecken, so daß der Frost die Mauern austrocknen kann, ohne daß neue Nässe in dieselben und in das Erdreich der innern Räume tritt. Andernfalls können die Mauern gewöhnlich nicht aus-

trocknen, indem beim Weiterbau und durch das Putzen der Mauer neue Nässe hinzukommt, wodurch die Schwammbildung befördert wird.

6) Scheidet man die Plinthen (nach §. 98) von dem oberen Gebäude durch Asphalt-, Glas-, Metallüberzüge oder durch eine doppelte Lage von gutem Dachschiefer oder von scharf gebrannten Mauersteinen in Cement, so kann der in den Fundamenten wurzelnde Schwamm, wenigstens auf allen diesen Punkten, nicht nach oben dringen, wenn er nicht etwa seitwärts die anliegenden Fußboden ergreift. Es würde aber immer schon sehr viel gewonnen sein, wenn man ihn verhindert, sich weiter nach oben fortzupflanzen.

7) Lehmwände und mit Lehmsteinen gemauerte oder verblendete Wände pflanzen ihn fort. Man muß daher unterhalb derselben immer etwa 4 Schichten von gebrannten Steinen in reinem Kalkmörtel vermauern.

8) Ein anderes Mittel, um dem Schwamm bei Räumen zu ebener Erde vorzubeugen, besteht darin, daß man äußere atmosphärische Luft unter dem Fußboden circuliren läßt. Dazu werden in den Mauern kleine Oeffnungen angelegt, und um Ungeziefer abzuhalten, mit Drahtgittern versetzt. Die starken Dielenlager oder Balken werden hohl auf gemauerte Pfeiler gelegt und der Wärme wegen mit einem halben Windelboden versehen; der ganze Raum darunter aber hohl belassen. Um die Circulation etwas mehr zu fördern. setzt man diese hohlen Räume mit dem Kanal eines Ofens (Fig. 742 und 743) oder mit einem Schornstein, der zwischen zwei anderen, häufig benutzten, liegt, in Verbindung. (Vergl. was über Luftzüge §. 100 gesagt wurde.)

9) Ein anderes Mittel, das an einigen Orten seit etwa fünfundzwanzig Jahren mit gutem Erfolg angewendet worden ist, um die Mauern und das Erdreich trocken und das Holz frei von Schwamm zu erhalten, besteht darin, daß man das Terrain vor der Bebauung drainirt, in ähnlicher Weise, wie dies für nasse Felder geschieht. Die hierbei zur Anwendung kommenden, gebrannten Thonröhren von 31^{zm} Länge und 5^{zm} Durchmesser im Lichten, werden stumpf aber möglichst dicht schließend aneinander gelegt. Eine solche Röhrenleitung ist um so wirksamer, je tiefer sie liegt. Bei der Drainirung der Felder rechnet man, daß die Entfernung der Röhrenstränge für 30^{zm} Tiefe um 1^0 wachsen kann; für eine Tiefenlage von $1^1/_4{}^m$ würde eine Entfernung von 4^0 genügen. Bei Gebäuden, wo es auf schnelle Wasserabführung ankommt, legt man die Rohrstränge etwa nur

1° weit auseinander, und wenn man nur 1ᵐ tief drainiren kann, noch weniger als 1°. Den Röhren giebt man auf 1° Länge wenigstens 0,6ᶻᵐ Gefälle. Die Tiefenlage und die Entfernungen der einzelnen Leitungen von einander sind durch örtliche Verhältnisse, namentlich dadurch bedingt, daß sämmtliche Röhren entweder nach einem Graben, oder nach einem größeren, gemeinschaftlichen Rohr geneigt sein müssen, welches das Wasser weiter führt. Die Fußbodenlager kommen am besten auf eine 15ᶻᵐ dicke Lage von trockenen Schlacken und Steinkohlenasche zu liegen.

Dies wären die von dem Maurer zu beobachtenden Vorsichtsmaßregeln. Es kann zwar nichtsdestoweniger der Holzschwamm sich aus dem Bauholze selbst erzeugen, das ist aber Sache des Zimmermanns; und wir bemerken nur, daß ein Imprägniren der Hölzer, ähnlich wie es für Eisenbahnschwellen geschieht, sehr gute Dienste leistet. Die Anwendung des Quecksilber-Sublimats ist, als der Gesundheit nachtheilig, gesetzlich verboten, wohingegen salzsaures und schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriollösung) zum Imprägniren empfohlen werden. Da von diesen Mitteln selten Gebrauch gemacht wird, so ist vor allem trockenes Holz, am besten Eichenkernholz, zu den Fußbodenlagern zu ebener Erde zu verwenden; ferner sind diese Lager am besten nach 8) hohl zu legen und überhaupt alle Nässe zu vermeiden.

Wir kommen nun zu der Aufgabe, den Schwamm aus dem Mauerwerk zu vertreiben, wenn er seine Wurzeln darin hätte; hierbei hilft gar nichts weiter, als Fortbrechen alles vom Schwamme ergriffenen Mauerwerks, und *gänzliche* Erneuerung desselben. Das Bestreichen und Begießen mit scharfen Salzen und Salzlaugen tödtet zwar den Holzschwamm, bringt aber dafür den *Mauerfraß* in die Mauern, welches für diese noch schlimmer ist.

Wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes und wegen der Anschaulichkeit lassen wir hier noch eine Abhandlung folgen, aus der: Zeitschrift für Bauwesen, red. von Erbkam, Berlin bei Ernst und Korn. Jahrgang 1852. S. 369—372.

Verfahren, feuchte Räume trocken zu legen und andere vom Schwamm ergriffene Räume von diesem Uebel zu befreien.

Die einzigen wirklich wirksamen Mittel gegen den Schwamm sind *Licht und Luft*, womöglich *Zug*.

Die Erfahrung lehrt, daß vorzugsweise solche Räume an vor-

bemerkten Uebelständen leiden, welche zur ebenen Erde oder mit ihrem Fußboden unter dem angrenzenden Terrain liegen. Es soll deshalb hier ein Verfahren beschrieben werden, welches seit mehreren Jahren mit dem besten Erfolg nicht nur zur Anwendung, sondern auch zur Vorbeugung derartiger Uebelstände angewendet worden und mit welchem noch der Vortheil verbunden ist, daß die ungesunde Luft aus solchen Räumen abgeleitet und durch bessere ersetzt wird.

Dieses Verfahren beruht auf einer Circulation und Ableitung der inneren Stubenluft unter die schadhaften Fußböden nach den Stubenöfen und Kochherden in den Schornstein. Es wird dadurch ein Zug von warmer Luft unter den Fußböden erzeugt, welcher die dort sich entwickelnde Feuchtigkeit aufnimmt, nach dem Schornstein leitet und dadurch die Fußbodenlager mit der Dielung trocken erhält.

Dies zu bewerkstelligen wird wie folgt verfahren: Der schadhafte Dielenfußboden wird mit seinen Lagern ausgebrochen und beseitigt. Darauf wird das Füllmaterial auf etwa $^2/_3{}^m$ Tiefe ausgehoben, von der Baustelle geschafft, und das von Schwammranken umzogene Mauerwerk, insbesondere in den Fugen, sorgfältig gereinigt. Bei dieser letzteren Operation wird insbesondere auf dasjenige Mauerwerk Aufmerksamkeit zu richten sein, welches mit Holz in Verbindung stand, als das hinter Thürverkleidungen ꝛc. Sind letztere oder die Schwellen angegriffen, so müssen diese theilweise durch gesundes Holz ersetzt werden. Wenn auf diese Weise die Schwammschäden überall beseitigt sind, so bleibt der blosgelegte Erdfußboden 8—14 Tage der Zugluft, durch Oeffnen der Fenster und Thüren, ausgesetzt, damit das feuchte Mauerwerk gehörig abtrockne, wobei eine warme Witterung einen günstigen Erfolg befördert.

Bei mehreren aneinanderstoßenden, schadhaften Räumen sind diese durch kleine Oeffnungen in den Fundamenten der Seitenwände unter einander in Verbindung zu setzen.

Nachdem jene hohlen Räume abgetrocknet, wird mit dem Wiederverfüllen derselben in der Art vorgeschritten, daß trockener Sand oder Schlacken bis auf etwa 23^{zm} unter der Oberfläche des zu erneuernden Fußbodens eingebracht und festgestampft werden. Auf diese Ausfüllung ist ein Mauersteinpflaster flach in Sand zu verlegen und die Fugen sind mit Kalkmörtel auszugießen, wobei darauf zu achten, daß die vorerwähnten Oeffnungen in den Zwischenwänden von etwa 13^{zm} breit und 8^{zm} hoch und in $2^1/_2$—3^m Entfernung von einander über dieses Pflaster zu liegen kommen.

Die Stubenöfen a, oder noch besser der anstoßende Feuerherd b, oder beide Feuerungen, sind nunmehr umzusetzen, oder doch in ihren Feuerherden mit einer Oeffnung von 10^{zm} im Quadrat, welche über dem neu angelegten Stubenpflaster ausmündet, zu versehen. Diese Oeffnung ist über den Feuerherden etwa $1^1/_4{}^m$ als russisches Rohr c aufzuführen, damit sie durch Asche nicht verstopft werde.

Fig. 742.

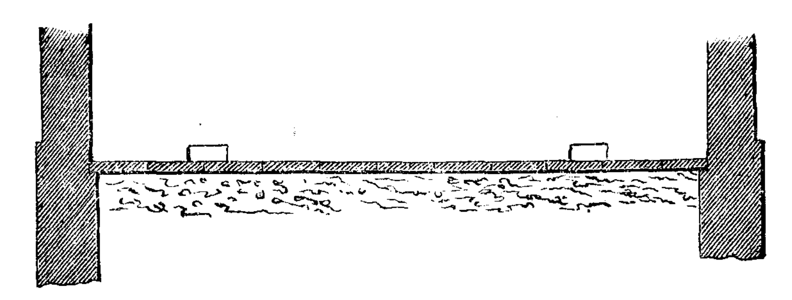
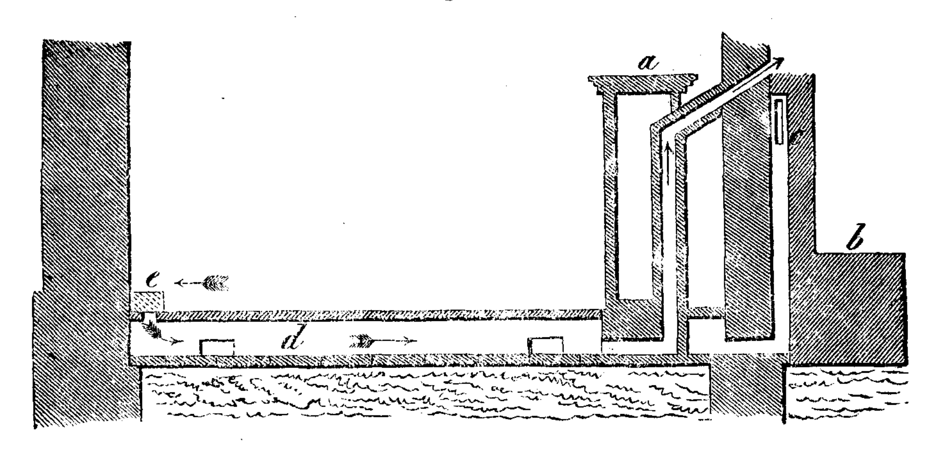


Fig. 743.



Nachdem diese Vorkehrungen getroffen, werden die Lager d auf dem Mauersteinpflaster gestreckt und der Fußboden in gewöhnlicher Art verlegt. Die Lager selbst sind unterhalb in Entfernungen von $2^1/_2$—3^m auszuschneiden, damit sie die Luftcirculation nicht verhindern.

Demnächst werden an den Umfassungswänden der Zimmer, in Entfernungen von $2^1/_2$—3^m Löcher in den Fußboden, 4^{zm} im Durchmesser groß, eingebohrt und diese zwischen den Fußleisten ausgespart. Diese Zwischenräume werden dann mit einer, den Fußleisten ähnlichen, jedoch auch durchbohrten Leiste übernagelt und diese Oeffnungen mit einem siebartigen Blech e geschlossen, damit dieselben sich nicht verstopfen. Es ist nun nicht zu verkennen, daß, wenn der Ofen geheizt, oder auf dem Herde Feuer angemacht wird, eine Erwärmung der Luft in den neuangelegten Röhren erfolgt, wodurch diese verdünnt

nach dem Schornstein ausströmt, durch die feuchte Luft unter dem Fußboden, und diese wieder durch die Stubenluft ersetzt wird.

Auf diese Weise tritt der vorerwähnte Luftzug ein, welcher die Schwammerzeugung verhindert und die Stubenluft reinigt.

Die Leitung des Luftkanales nach dem Feuerherde b hat den Vorzug, daß ein stärkerer Luftstrom unter dem Fußboden auch im Sommer erhalten wird, während die Stubenöfen im Sommer weniger als im Winter wirken.

Grenzt der Küchenherd nicht unmittelbar an das herzustellende Zimmer, so ist nach demselben über den Flur 2c. ein gemauerter, luftdichter Kanal so anzulegen, daß in diesen nur die Zimmerluft eintreten kann. Haben die Umfangswände des Gebäudes durch die Erdfeuchtigkeit, oder durch das vom Dach niederfallende Wasser schon sehr gelitten, so ist außerhalb um die Fundamente eine Isolirschicht (vergl. Luftschichten §. 36) auf einen Stein Stärke in 16zm Entfernung anzulegen und diese bis auf die End- und Eckpunkte mit Granitplatten oder Mauersteinen abzudecken, in letzterem Falle auch wohl zu überpflastern.

Die außerhalb ausgesparten kleinen Oeffnungen (f) sind hierauf mit hölzernen, 10zm weiten und circa 50zm hohen Trumpfen g zu schließen, welche letztere oben abgedeckt und zur Seite mit Einschnitten (s) versehen werden.

Bei dieser Einrichtung wird ein Luftzug außerhalb an den Fundamenten herbeigeführt, welcher letztere abtrocknet und eine fernere Durchnässung jener Fundamente durch die feuchte Erde oder durch das Traufwasser verhindert.

In einem solchen Falle ist es auch von großer Wichtigkeit, das Gebäude mit einem Rinnstein, wo er noch nicht besteht, zu umpflastern und alle Feuchtigkeit vom Gebäude abzuleiten.

Die vorbeschriebene Luftcirculation unter dem Fußboden ist insbesondere bei Schulstuben und da zu empfehlen, wo zu befürchten steht, daß nicht gehörig ausgetrocknetes Holz zu den Fußbodenlagern verwendet wird.

Braunschweig, den 28. Mai 1852. Krafft.

Bei gewöhnlichen Kachelöfen ist das Circulationsrohr Fig. 702 am besten von gebrannten Thonröhren anzufertigen. Dies gilt namentlich, wenn man das Rohr nicht in einen Schornstein, sondern durch die Decke des Ofens wieder in die Stube münden läßt. Eiserne

Röhren, statt der thönernen angewandt, können wegen der verschiedenen Ausdehnung des Eisens und Ofenmaterials, Undichtigkeiten und Einrauchen veranlassen. Um ein Verstopfen der Oeffnungen e, Fig. 743, durch Kehricht zu vermeiden, kann man dieselben über den Fußleisten anlegen und hinter den letzteren unter den Fußboden münden lassen.

Der Mauerfraß, auch Salpeterfraß genannt, ist in vielen Fällen kohlensaures Natron. Der Mauerfraß zerstört nicht blos den Mörtel, sondern häufig auch die Steine und ist außerdem an folgenden Erscheinungen kenntlich: die Mauern, besonders der untern Stockwerke, wo die Erdfeuchtigkeit durch ihr Aufsteigen am meisten wirken kann, werden dunkelfleckig, feucht, es zeigt sich eine flockige lockere, weiße Masse, oder ein schmutzigweißer, schmieriger Ueberzug. Da der Mauerfraß im Innern häufig in Begleitung mit dem Holz- oder Mauerschwamm auftritt, und eine kalte dumpfige Ausdünstung verbreitet, so werden solche Räume ungesund und unbewohnbar.

Die Wirkung des Mauerfraßes besteht darin, daß er häufig die Steine, immer aber den sämmtlichen Kalk, sowohl im Abputz, als auch in den Fugen gänzlich zerstört, so daß nichts übrig bleibt, als ein alkalisch bitter schmeckender Sand. Die Zerstörung des Mörtelzusammenhanges unter sich und mit den Mauersteinen ist so vollkommen, daß man die einzelnen Mauersteine, wenn sie nicht etwa selbst von dem Mauerfraß zerstört sind, ohne Gewalt anzuwenden, aus der Mauer ziehen kann.

Der Mauerfraß zieht sich langsam aber unaufhaltsam von unten nach der Höhe der Stockwerke und herrscht besonders da, wo Luft und Licht weniger Zutritt haben.

Das Natron beim Mauerfraß rührt hauptsächlich davon her, daß das angewendete Wasser Natronsalze enthielt. Es darf also ganz besonders das Wasser, welches zur Bereitung des Mörtels verwendet wird, keine Natronsalze (Kochsalze) enthalten, unter keinen Umständen darf man daher Meereswasser zur Mörtelbereitung nehmen; aber auch das gewöhnliche Brunnenwasser ist zum Löschen und Anmachen des Kalkes nicht geeignet, wenn es Natronsalze enthält oder wirklich salpeterhaltig sein sollte, gewöhnlich enthält es Kalk, welchen man fälschlich Salpeter nennt. Dasselbe gilt von dem Wasser, welches man zur Bereitung des Ziegelgutes verwendet; ist es salzig, so werden es die gebrannten Mauersteine auch, ziehen alle Feuchtigkeit von unten und aus der Luft an sich, werden nie trocken und erzeugen unver-

meidlich den Mauerfraß. Andererseits müssen aber auch der Kalk, sowie der zur Mörtelbereitung verwendete Sand frei von solchen auflöslichen Natronsalzen sein. Es darf daher kein Meeressand zum Kalkmörtel verwendet werden, ohne daß derselbe vorher in süßem Wasser gehörig ausgewaschen wurde.

Der Sand darf ferner keine organischen Reste enthalten, weil diese als Humus zersetzt werden und den Mauerfraß noch mehr befördern. Derselbe entsteht immer, wenn man z. B. Kalksteine zur Ausmauerung von Kloaken und Düngergruben, Abtritten 2c. verwendet (siehe §. 3); in diesem Falle ist der Mauerfraß nicht kohlensaures sondern salpetersaures Natron oder Salpeter; außerdem sind Steine, zu denen Mergelerde gebraucht wurde, besonders zu Mauerfraßerzeugung geneigt.

Die allgemeinen Vorsichtsmaßregeln, dem Mauerfraße vorzubeugen, sind bekannt; will man ihn aber gründlich verhindern, so scheide man die Plynthen durch einen Ueberzug (§. 98) von den oberen Mauern. Es wird die Austrocknung der letzteren dann immer in ganz kurzer Zeit erfolgen, besonders wenn man sie mit einer Isolir oder Luftschicht versehen hatte.

Bei Fachwerksgebäuden ist der etwa in den Fundamenten und Plynthen entstandene Mauerfraß ohne nachtheiligen Einfluß auf die Fachwände selbst. Der Mauerfraß pflanzt sich durch das Holz nicht fort, und die gewöhnlich eichenen Schwellen scheiden die Fachwände hinlänglich ab. Auch ist die geringe Stärke der Fache und folglich ihre viel schneller und immer neu erfolgende Austrocknung schuld, daß man den Mauerfraß in Fachwerkswänden fast nie antrifft; dagegen kann sich an den Schwellen der Holzschwamm einfinden.

Je fester (marmorartiger) der Kalkstein ist, welchen man als Baustein verwendet, um so weniger ist er dem Mauerfraß unterworfen.

Die Vertreibung des Mauerfraßes kann mit Sicherheit nur durch ein einziges Mittel geschehen. Es besteht darin, daß man alles davon ergriffene Mauerwerk fortreißt und durch neues ersetzt. Dieses Mittel, welches auch für die Beseitigung der Schwammranken im Mauerwerk S. 710 als das erfolgreichste angegeben wurde, war in seiner weitesten Ausdehnung schon zu Moses Zeiten angeordnet. Die vom Mauerfraß durchdrungenen Steine dürfen nie wieder gebraucht werden.

Man hat unendlich viele Mittel angegeben, den Mauerfraß zu vertreiben. Besonders hat man den Putz abschlagen, die Mauern

durch die Sonne, aber sonst künstlich erwärmen lassen, und dann Ueberzüge von Theer, Asphalt, Cementen ꝛc. über die Mauer gebracht, um den Putz haltbar zu machen, welches man auch meistentheils erreichte; dadurch aber wird der Mauerfraß nicht nur nicht vertilgt, sondern nur noch mehr im Innern der Mauer eingeschlossen, wo er unaufhaltsam, nach wie vor, in die Höhe steigt. Will oder kann man wegen der Kosten die angesteckten Mauertheile nicht erneuern, so bekleide man die innern Mauerflächen mit Zink, wodurch man die der Gesundheit schädliche Ausdünstung vermeidet. Die Zinktafeln werden dann mit Papier überklebt und darauf gemalt, oder man tapezirt sie auf gewöhnliche Weise. Holztäflungen zu demselben Zweck vermodern sehr bald, wenn man sie an der Mauerseite nicht mit Oelfirniß oder Asphalt überzieht, und wenn man sie nicht weit genug von der Mauer absetzt, um Luftzüge dahinter anzubringen.

Der sogenannte Stock ist eine ähnliche Erscheinung wie der Mauerfraß. Er entsteht auch bei völlig salpeterfreiem Mauerwerk dadurch, daß man durch zu schnelles Abputzen die Feuchtigkeit in die Mauer einschließt, und dadurch, daß die Plynthen vom obern Mauerwerk nicht geschieden sind, folglich die Erdfeuchtigkeit nach oben dringt. Schlägt man den Putz von solchen Mauern, und setzt sie der Sonne, dem Luftzuge oder der Ofenwärme ꝛc. aus, so wird man im Stande sein, ihn nach und nach (aber sehr langsam) zu vertreiben. Besser ist daher auch hierbei Erneuerung des Mauerwerks, und von vorn herein Abscheidung der Plynthen durch Ueberzüge. Auch zeigt er sich an solchen Stellen, wo das Mauerwerk immer naß wird, wie an löchrigen Regenrinnen, an Traufen ꝛc. Er giebt leicht Veranlassung zur Entstehung des Mauerfraßes, wenn geeignete Umstände mitwirken. (Man sehe was im ersten Theil dieses Paragraphen, S. 709 über das Trockenlegen feuchter Räume gesagt wurde.)

Halle.
Druck von Otto Hendel.